TRAITÉ

DE LA CONSTRUCTION

DES VAISSEAUX.

TRAITÉ
DE LA CONSTRUCTION
DES VAISSEAUX,

AVEC des Eclairciſſemens & Démonſtrations touchant l'Ouvrage intitulé :

ARCHITECTURA NAVALIS MERCATORIA, &c.

PAR FRÉDERIC-HENRI DE CHAPMAN,
Chevalier de l'Ordre Royal de l'Épée, premier Conſtructeur des Armées Navales, & de l'Académie Royale de Stockholm :

TRADUIT DU SUÉDOIS,

PUBLIÉ avec quelques notes & additions pour en rendre la lecture indépendante du grand Ouvrage en Planches du même Auteur, Architectura, &c. *mentionné ci-deſſus. Par* M. VIAL DU CLAIRBOIS, *ſous-Ingénieur-Conſtructeur, & de l'Académie Royale de Marine.*

A BREST,
Chez R. MALASSIS, Imprimeur ordinaire du Roi & de la Marine.

A PARIS,
Chez { Durand, neveu, Libraire, rue Galande.
Jombert, jeune, Libraire, rue Dauphine.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÉGE DU ROI. 1781.

A MONSEIGNEUR
CHARLES-EUGÈNE-GABRIEL
DE LA CROIX,

MARQUIS DE CASTRIES, COMTE D'ALAIS, Lieutenant général des Armées du Roi, Chevalier de ses Ordres, Lieutenant général de la Ville de Lyon, Lyonnois & Forès, Gouverneur des Ville & Citadelle de Montpellier, Ville et Port de Cette, Mestre-de-camp-général de la Cavalerie Française et Etrangere, Commandant général du Corps de la Gendarmerie, Ministre et Secrétaire d'État, ayant le Département de la Marine & des Colonies.

MONSEIGNEUR,

L'hommage d'un Ouvrage utile au progrès de l'Art de la Construction des Vaisseaux, appartient au Ministre qui ne

respire que l'avantage de la Marine : j'ai dû vous offrir celui de ma Traduction. Vous avez, MONSEIGNEUR, *daigné l'accepter ; agréez-en cette expression de ma vive reconnoissance.*

Je suis avec respect,

MONSEIGNEUR,

Votre très-humble & très-obéissant Serviteur,
VIAL DU CLAIRBOIS.

M. DE CHAPMAN, Conſtructeur des Armées Navales de Suede, publia en 1768 un Ouvrage en planches ſur l'Architecture Navale, intitulé : *Architectura Navalis Mercatoria*, *&c.*

Il m'avoit paru, par pluſieurs Conſtuctions ponctuées ſur les plans qui le compoſent, que l'Auteur étoit un homme inſtruit, un véritable Ingénieur. Il m'eſt tombé entre les mains, l'hyver dernier, *un Traité de Conſtruction en langue Suédoiſe*, qu'il a depuis mis au jour (en 1775) : dans la prévention avantageuſe où je me trouvois, des talens diſtingués de ce Conſtructeur, j'ai jugé que ce nouvel Ouvrage pourroit être utile à la Marine : je formai le deſſein d'en faire la traduction. J'y ai trouvé des facilités bien au-delà de mes eſpérances. M. de Löwenörn, Officier de la Marine Danoiſe, ſervant dans notre Armée, jeune homme plein d'eſprit, de connoiſſances, a eu la complaiſance de vouloir bien employer les intervalles que lui laiſſoit le ſervice, à travailler avec moi pour mettre cet Ouvrage dans un état tel que je puſſe l'entendre. A ſur & à meſure que nous allions de l'avant, je reconnoiſſois de plus en plus que nous ne perdions pas nos peines.

Ce Traité eſt plein de choſes neuves ; quelques-unes très-bien vues : d'autres ne préſentent que des apperçues. Mais ſi l'Auteur n'eſt pas toujours parvenu au but, au moins paroît-il être dans la carriere, & nous lui devons de nous mettre dans le cas de partir du point où il eſt arrivé par ſes propres forces. On entend que je veux parler de la queſtion de la réſiſtance du fluide ſur les corps en mouvement.

Il en eſt de même de tous les problêmes fameux dans les arts & ſciences. Les connoiſſances ne vont pas par ſaut & par bond, ſi je puis m'exprimer ainſi ; elles s'avancent par degrés. Il y a beaucoup de mérite à bien engréner & à parcourir des intervalles ſenſibles dans la carriere des Sciences ; c'eſt le ſeul qu'aient jamais eu la plupart des grands hommes : peu de perſonnes peuvent revendiquer abſolument une découverte importante.

J'avois quelqu'inquiétude ſur une liaiſon que M. de Chapman ſembloit vouloir établir entre ſon Traité & l'Ouvrage en planches, publié ſept ans avant. Ce dernier ne ſe trouve pas en France, & coûte 180 livres en Hollande, en feuilles. Il eſt de nature à occuper dignement une place dans le cabinet des curieux ſur cette ma-

tiere, mais il n'est pas d'un prix à la portée de tout le monde: ainsi, si ces deux Ouvrages s'étoient trouvés liés d'une façon inséparable, il n'y eut eu guere que le Gouvernement qui auroit pu hasarder la dépense de la publication. Mais, comme je l'avois espéré, ils n'ont qu'un rapport éloigné, & si l'on en excepte le douzieme chapitre du Traité qui n'est qu'une répétition de l'écrit qui accompagne l'Ouvrage en planches, tout ce Traité peut s'entendre parfaitement, en ajoutant aux figures du livre trois plans de Vaisseaux pris dans les grandes planches: & c'est ce que j'ai fait.

Un célebre Astronome *, grand Observateur, mais point du tout Constructeur, ni homme de mer, a aussi entrepris, m'a-t-on dit, cette traduction. Son zele est louable : mais il est inconcevable qu'il puisse remplir cette tâche d'une maniere tant soit peu satisfaisante. Comment, au milieu de Paris, aura-t-il pu comprendre un livre plein de termes techniques qui lui sont, & à tout ce qui l'entoure, à tous égards, parfaitement étrangers ! Cette concurrence ne m'a point arrêté. Il y a ici à entendre, indépendamment du langage Suédois, celui du Géometre, de la Marine, & du Constructeur.

M. de Chapman, pour les choses de géométrie, suit un certain Auteur Anglais, peu connu en France. Quant à moi, j'ai recherché les mêmes propositions dans le Cours de M. Bezout, & je les y ai presque toujours trouvées. J'y renvoie, comme je l'ai fait dans mon *Essai sur l'Architecture Navale*.

* Ceci a été écrit, & mon manuscrit a été envoyé au Ministre en Août 1779. Il l'a renvoyé à l'examen de l'Académie de Marine le 4 Septembre suivant.

PRÉFACE

PRÉFACE DE L'AUTEUR.

SI, considérant la quantité de Vaisseaux qui ont été construits depuis que les hommes ont entrepris de naviguer, & de traverser l'Océan, on remarque tous les pas que l'on a faits vers la perfection dans l'art de la Construction, on sera d'abord tenté de croire qu'on en a enfin atteint le dernier dégré. Ce qui pourroit encore donner de la force à cette opinion, seroit une observation sur le peu de changemens considérables qu'ont, de notre siecle, éprouvés les Vaisseaux, soit dans leur forme, soit dans leur gréement.

Mais que d'un autre côté on envisage le grand nombre de différentes especes de Bâtimens dont on se sert seulement en Europe ; cette variété infinie semblera prouver au contraire que tant ceux qui construisent les Vaisseaux, que ceux qui les gréent, n'ont pu encore trouver leur vraie forme, ni la meilleure maniere de les gréer, & en général, & pour chaque espece de Bâtiment en particulier.

Pour pouvoir se décider sur le dégré de perfection auquel les Navires, en général, peuvent être parvenus, divisons en deux classes les Vaisseaux de toutes les Nations ;

dans l'une nous comprendrons les moindres Bâtimens , ou ceux dont on se sert pour le cabotage & les petites navigations ; dans l'autre les plus grands, ou ceux qu'on emploie aux voyages de long cours , & qui sont propres à naviguer sur l'Océan.

En examinant la premiere classe , on voit les Bâtimens dont se servent les différens Peuples pour le transport dans leur cabotage , ou leur commerce avec leur plus proche voisin. Mais comme les climats, l'étendue & la profondeur des mers , les positions des pays par rapport à la mer & entr'eux , aussi leurs productions, sont très-différens de nation à nation , les Bâtimens ne peuvent être de la même espece ; ils doivent nécessairement être assujettis à ces circonstances , tant dans leur proportion & leur forme , que dans leur maniere d'être gréés, de façon qu'on trouve une sorte de perfection même dans leur différence , relativement à leur destination.

Si ensuite on observe les Bâtimens compris dans la seconde classe, on reconnoîtra que, construits pour le même but, ils sont , quoique de nations différentes , ressemblans dans les parties essentielles ; qu'on remarque leur proportion , on trouvera que les bornes pour la largeur sont entre le tiers & le quart de la longueur, que les moindres ont ordinairement plus de largeur par rapport à la longueur, que les plus grands , que le tirant-d'eau est quelque chose de plus ou de moins que la demi-largeur ; la hauteur au-dessus de l'eau a aussi ses bornes qui se reglent d'après la destination particuliere du Vaisseau. Pour ce qui regarde les emménagemens , ils ont une grande ressemblance dans ces

Vaisseaux de toutes les Nations ; ils ne different que dans des choses peu essentielles, où chacun peut faire faire ce qu'il trouve le plus commode. Par rapport à la forme, on voit que tous les Vaisseaux ont leur plus grande largeur un peu en avant du milieu ; qu'ils sont plus taillés de l'arriere que de l'avant ; que ceux qui sont destinés à la charge, sont plus pleins dans les fonds, & que ceux qui sont destinés pour la marche, y sont plus taillés ; que l'étambot a de la quête, & l'étrave de l'élancement ; qu'ils ont plus de tirant-d'eau de l'arriere que de l'avant, &c. Quant au gréement, la plupart des Bâtimens ont trois mâts, d'autres deux, & quelques-uns, un seul ; ce qui dépend de leur grandeur. Ces mâts ont à peu-près, par rapport aux Vaisseaux & à la maniere de les gréer, les mêmes proportions, & sont placés de même. Ils sont aussi généralement gréés de la même façon, excepté qu'ils peuvent avoir plus ou moins de voilure, suivant l'idée de l'Armateur. Tous les Vaisseaux ont leur centre de gravité un peu de l'avant du milieu, & le centre de gravité de la voilure toujours en avant du centre de gravité du Vaisseau.

C'est de cette façon que sont faits tous les Bâtimens qui doivent naviguer sur les grandes mers ; & comme on n'y est arrivé qu'après des essais, des expériences infinies, & des changemens opérés en conséquence, on ne doit pas en dépasser les bornes.

Mais les proportions des Vaisseaux ainsi renfermées dans de certaines limites, offrent encore, quant à leurs formes, tant de variations, qu'il s'ensuit un nombre infini de qualités, plus ou moins bonnes, plus ou moins mauvaises.

Il existe des Vaisseaux qui possedent toutes les qualités que l'on peut raisonnablement exiger, & il y en a d'autres qui, quoique dans les bornes dont on vient de faire mention, ont cependant toutes sortes de défauts.

Dans la Construction des Vaisseaux, communément on fait des essais à diverses reprises pour en améliorer la forme, chacun d'après sa propre expérience; ainsi, quand on a construit un Vaisseau, qu'il a été éprouvé, & qu'on lui a trouvé telle ou telle mauvaise qualité, on croit pouvoir, pour un autre, remédier à ce défaut: mais il arrive presque toujours que le résultat a été dans un nouveau Vaisseau, qu'il a contracté un vice aussi essentiel, & même souvent qu'on a augmenté dans un plus grand dégré celui qu'on a voulu corriger. Même on s'est quelquefois trouvé incertain si ce défaut provient de la forme du Vaisseau ou de quelques autres circonstances.

On voit, comme cela, que c'est un hasard de bâtir un Vaisseau avec de plus ou moins bonnes qualités, & qu'il s'ensuit que tant qu'on n'aura pas une bonne théorie sur la construction, qu'on n'aura par devers soi que de simples expériences & essais, elle n'acquerra pas une plus grande perfection, & elle demeurera, tout au plus, au même point que celle de ce tems-ci.

Il devient donc essentiel de découvrir quelles sont les connoissances qui peuvent conduire à cette perfection.

Voyant que des Vaisseaux, dans les bornes ci-dessus mentionnées, sont, comme nous le venons de dire, très-différens dans leurs qualités (ce qui arrive même à des Bâtimens de formes semblables), ou qu'avec un petit change-

ment dans la forme, il acquiert une qualité tout-a-fait contraire à celle qu'on s'étoit proposé de lui donner, on doit conclure que cela provient de quelques raisons physiques, & que l'art de construire des Vaisseaux ne pourra parvenir à une plus grande perfection que d'après une théorie qui mettra ces raisons en évidence.

Dans tous les Arts & Sciences, il y a une théorie cachée qu'il est d'autant plus ou d'autant moins difficile de rencontrer, que cet Art ou cette Science dépend plus ou moins de causes physiques.

Archimede même a fait des recherches sur la théorie de l'action des rames, & beaucoup d'autres après lui, cependant on ne peut pas dire encore qu'elle soit fort satisfaisante. Cette recherche rencontrant tant de difficultés, quelles ne doivent donc pas être celles de la théorie du Navire où tant de circonstances différentes sont rassemblées !

Il est vrai qu'on se sert fort avantageusement de la rame pour nager, du canon pour tirer ; on emploie de même un nombre infini de machines, sans regarder comme d'une nécessité absolue d'en approfondir la théorie. On voit combien peu ces machines peuvent être perfectionnées par son secours. Il seroit peut-être question de quelques pouces de plus ou moins sur la longueur de la rame ; d'un vingtieme de moins de matiere pour un canon de même force. Ainsi la théorie pour ces objets n'est pas aussi nécessaire que pour les Vaisseaux.

On a à craindre, pour les Navires, une infinité de mauvaises qualités de très-grande conséquence auxquelles on n'est pas certain de pouvoir les soustraire sans en connoître la théorie. La Construction des Vaisseaux & leur

armement entraînent dans une trop grande dépenfe pour ne pas faire en forte de fe raffurer d'avance fur leur qualité & la bonté de leur fervice. La théorie qui démontre les caufes de ces différentes qualités, qui fait voir fi les défauts qu'il s'y rencontrent proviennent de leur forme ou de quelqu'autre fujet, eft donc très-importante. Mais le fondement de cette théorie, c'eft à la pratique & à l'expérience de le donner. On peut par conféquent encore conclure que la fcience de conftruire les Vaiffeaux ne peut jamais être portée au dernier dégré de perfection, & qu'on ne peut leur donner toutes les qualités poffibles fans la réunion des connoiffances théoriques & pratiques.

De poffèder cette théorie dans toute fon étendue, cela paroît furpaffer les forces de l'efprit humain ; on eft donc obligé de fe contenter d'une partie de cette Science vafte ; c'eft-à-dire, d'en favoir affez pour donner aux Vaiffeaux les qualités principales, que j'eftime être :

1°. Qu'un Bâtiment, avec un certain tirant-d'eau, puiffe contenir & porter une charge déterminée.

2°. Qu'il ait une ftabilité fuffifante & auffi déterminée.

3°. Qu'il fe comporte bien à la mer, de façon que les mouvemens de roulis & de tangages n'en foient pas trop vifs.

4°. Qu'il marche bien vent-arriere comme au plus près, & qu'il gagne dans le vent.

5°. Qu'il ne foit pas trop ardent, & cependant qu'il vire facilement de bord.

Dans toutes ces qualités, il y en a dont les caufes fe contrarient directement ; il s'agit de trouver, au moyen de la théorie & de la pratique, un milieu entre ces contra-

dictions qui produise un *maximum* pour l'objet qu'on se propose.

C'est le sujet de ce petit traité. Si j'ai réussi, c'est ce qu'on verra par la lecture de l'Ouvrage. On y trouvera des choses, tant de théorie que de pratique, qu'on chercheroit vainement ailleurs, & qui pourront mériter l'attention des personnes qui veulent s'appliquer à cette Science: on y reconnoitra d'ailleurs que ses principes sont de nature à se pouvoir démontrer, quoiqu'elle soit une des plus difficiles.

Au surplus on ne peut dissimuler qu'elle a un grand désagrément, en quoi elle differe des autres Sciences: c'est que, quand même on auroit suivi la théorie avec la plus grande exactitude, & qu'on auroit, d'après ses regles, exécuté avec le plus grand soin *, le Constructeur peut

* Ce soin, dans l'exécution, est de la plus grande importance, & on ne peut être trop vigilant pour ne pas sortir de ses projets de construction; le concours de plusieurs écarts, chacun peu considérable en lui-même, peut être cause que l'on fasse de mauvais Bâtimens sur de bons plans. Il peut arriver que le Vaisseau se trouve avoir un échantillon différent de celui qu'on avoit arrêté; les Charpentiers, en travaillant leurs pieces, laissent toujours plus de bois que moins; ils jugent que cet excédent sera jetté bas dans le paré: mais si la bâtisse se trouve plus uniforme qu'ils ne l'avoient pensé, il reste trop de bois sur le tour, & cela augmente la pesanteur de coque.

Il peut naître, parmi les personnes qui font construire, des idées après coup auxquelles il est dangereux de se rendre: on voudra, par exemple, faire boiser en plein bois les hauts d'un Vaisseau de guerre ou Corsaire pour leur donner plus de résistance au boulet; il faut que la forme des fonds puisse permettre ce surcroît de poids aussi désavantageusement placé. Le Constructeur qui n'a pas été prévenu à l'avance, doit se refuser à une pareille proposition; ou, en mollissant sur ce point, il pourra donner à son Vaisseau un défaut de stabilité & de déplacement: le défaut de déplacement augmentera encore celui de stabilité, si, pour conserver de la batterie, on embarque moins de lest, tandis que le surcroît de poids, dans les hauts, exigeroit qu'on en prît davantage.

cependant courir riſque de perdre ſa réputation. Car quoiqu'un Vaiſſeau ait été conſtruit d'après toutes les régles que preſcrivent la théorie & la pratique; que ſes mâts & vergues ſoient bien placés & dans leur vrai rapport ; qu'on

---

La peſanteur ſpécifique des bois varie aſſez pour être auſſi l'objet d'une attention ſcrupuleuſe; quelquefois le bois de chêne peſe ſeulement 66 liv. le pied cube, alors il eſt flottant; quelquefois il peſe plus que l'eau de mer, alors il eſt ce que l'on appelle *fondrier*; il va au fond : il y a de ces bois fondriers qui vont juſqu'à 84 & même 90 liv. le pied cube. Si, pour finir une conſtruction, on reçoit des bois fondriers d'une grande peſanteur, il faut tâcher de diminuer à proportion l'échantillon des pieces; ou l'on auroit encore, par ce chef, défaut de ſtabilité & défaut de déplacement.

On connoît un moyen ſimple de ſe procurer la peſanteur ſpécifique des bois, ainſi que de toutes autres matieres : c'eſt celui qu'offre la balance hydroſtatique. Peſez un morceau de bois de quelque figure que ce ſoit, ou un faix de copeaux d'une même piece ; enſuite, s'il eſt fondrier, voyez ce qui lui reſte de peſanteur étant entiérement plongé dans l'eau de mer ; du poids de ce morceau ou faix de bois peſé dans l'air, déduiſez ſon poids, peſé dans l'eau, il reſtera le poids d'un volume d'eau égal à celui du bois : il n'y aura plus, pour avoir le poids d'un pied cube de ce bois, qu'à faire une regle de trois, dont le premier terme ſoit la peſanteur du volume d'eau égal à celui du bois ; le ſecond terme, le poids du pied cubique d'eau ; le troiſieme terme, le poids du bois peſé dans l'air : on aura, pour quatrieme terme, le poids du pied cube de ce bois. Si le faix ou le morceau de bois, eſt flottant, voyez ce que peſe dans l'eau un corps quelconque, mais d'une grande denſité, qui ne puiſſe s'imbiber, d'une peſanteur ſpécifique plus conſidérable que celle de l'eau de mer, & ſuffiſante pour faire ſubmerger le bois en expérience, le corps y étant attaché ; peſez enſuite, toujours dans l'eau, le bois & le corps liés enſemble ; déduiſez le poids du bois & du corps, du poids du corps ſeul ; ajoutez le reſtant au poids du morceau de bois peſé dans l'air ; vous aurez le poids du volume d'eau déplacé : il n'y aura plus à faire que la regle de trois pour avoir le poids du pied cubique de ce bois.

Récapitulons en un mot : ſi en même tems, premiérement le Charpentier, trop peu ſuivi dans l'exécution, a donné plus d'échantillon que celui ſuivant le devis ; deuxiémement, ſi l'on a boiſé en plein bois, les hauts, contre l'uſage & le projet ; troiſiémement, ſi ces hauts ſe trouvent de bois d'une péſanteur ſpécifique extraordinaire : & cela, dans un Vaiſſeau qui auroit eu tout juſte la ſtabilité qu'il convient : ce Bâtiment ſe trouvera abſolument manqué.

ſoit

soit sûr enfin que ce Bâtiment possede toutes les meilleures qualités ; il peut cependant arriver qu'un tel Vaisseau se comportera très-mal, ce qui proviendroit des raisons suivantes :

1°. Quoique le gréement du Vaisseau (quand les mâts & les vergues sont placés en leur lieu, & sont dans un juste rapport) n'est pas un objet si considérable que chaque Marin n'en doive connoître les proportions, il arrive cependant souvent qu'on emploie des manœuvres trop fortes & des poulies trop grosses, ce qui produit un poids trop considérable dans les hauts. Il peut aussi se trouver que les voiles soient mal coupées ; le Vaisseau perdra, par cette raison, l'avantage de bien marcher au plus près ; de bien virer de bord, &c. : d'où il peut résulter de grands inconvéniens, où la forme du Bâtiment n'ait aucune part.

2°. Le Vaisseau est encore exposé à perdre de ses qualités en toute maniere, par une mauvaise disposition de son arrimage. Si la charge est trop bas, le moment de stabilité deviendra trop grand, ce qui doit produire des mouvemens de roulis durs. Au contraire, si l'on éleve trop le poids de la charge, le Vaisseau portera mal la voile, lorsqu'il vente bon frais, & il ne pourroit se relever d'une côte où il seroit affalé. Si on le charge trop à ses extrémités, il sera sujet à un grand mouvement de tangage, qui retardera beaucoup sa marche, & à plusieurs autres inconvéniens qui ne proviennent pas davantage du Bâtiment en lui-même.

3°. La bonne maniere de se comporter d'un Navire dépend aussi beaucoup de la manœuvre ; car si les voiles ne

ſont pas bien orientées, par rapport à la direction du vent & de la route, on perdra de la marche ; il pourra devenir lâche au point de manquer de virer de bord, ce qui met ſouvent un Vaiſſeau dans une poſition critique : dans les ſoins du manœuvrier, on comprend l'attention au tirant-d'eau, & à la maniere de rider les haubans & étais, dont dépendent beaucoup les qualités du Vaiſſeau.

Au ſurplus, la bonne manœuvre eſt d'une plus grande conſéquence ſur un Corſaire que ſur un Bâtiment marchand. Le manœuvrier doit ſavoir tirer le meilleur parti des qualités de ſon Bâtiment pour parvenir à ſes fins, puiſqu'il a affaire à un ennemi qui pourroit profiter de ſes fautes pour ſe rendre maître de l'attaquer, & le réduire à la ſeule défenſive; ou bien il eſt poſſible qu'il manque de ſe retirer de devant un ennemi ſupérieur, quoique ſon Vaiſſeau ſoit bon. Ainſi, un Armateur peut faire des pertes conſidérables de mille manieres, moins par les défauts de ſon Bâtiment, que par l'ignorance de celui qui le commande. Auſſi ne voit-on que trop ſouvent qu'un Vaiſſeau montre les meilleures qualités pendant une campagne, & les plus mauvaiſes pendant une autre.

Enfin, on voit par tout ceci, qu'un Vaiſſeau de la meilleure forme ne manifeſtera ſes bonnes qualités que lorſqu'il ſera en même tems bien gréé, bien arrimé, & bien manœuvré de la part de ceux qui le commandent.

RAPPORT des Commissaires nommés par l'Académie Royale de Marine, pour examiner la traduction d'un Traité de Construction de M. de Chapman, faite par M. VIAL DU CLAIRBOIS, en 1779.

LE Traité de Conſtruction des Vaiſſeaux de M. de Chapman eſt un Ouvrage vraiment original, & le premier ſur cet objet qui ſoit ſorti des mains d'un homme du métier. Auſſi nous paroît-il jetter beaucoup de jour ſur cette partie importante de la Science de la Marine.

Ce célebre Conſtructeur commence par donner une nouvelle méthode de calcul de déplacement, qui, ſans être beaucoup plus longue que celle que l'on emploie communément, donne un réſultat infiniment plus exact ; on conſidere ordinairement les parties curvilignes des plans de flottaiſons ou de gabarits entre les extrémités des ordonnées, comme des droites ; M. de Chapman les regardent comme des parties paraboliques ; & de la nature de cette ſection cônique & du trapeze, il tire une expreſſion, ſur laquelle il fonde un calcul aſſez ſimple. Quelques perſonnes pourront trouver cette préciſion minutieuſe ; mais, en réfléchiſſant ſur cet objet, on verra qu'il demande tous les ſoins & toutes les peines imaginables. Il n'eſt que trop vrai que de nos jours il ſe manque encore des Vaiſſeaux, & cela probablement, par beaucoup de négligences qui, chacune petite en elle-même, ſe trouvant par hazard dans le même ſens, font ſomme, & cauſent l'effet le plus fâcheux.

Le chapitre de la ſtabilité n'offre rien de neuf : comme cette matiere a été fort bien traitée par pluſieurs Auteurs, M. de Chapman ſuit leurs traces. Cependant il veut établir une propoſition ſur le lieu de la carene où doit ſe faire l'augmentation de déplacement, pour une certaine augmentation de poids que devroit recevoir le Vaiſſeau ; mais il fait, dans ſon calcul, une faute d'analyſe conſidérable, &, ſon expreſſion ſe trouvant fauſſe, ainſi que

le fait obferver M. Vial du Clairbois, le fyftême de conftruction qu'il bâtit fur un aussi mauvais fondement, ne peut que s'écrouler. Au furplus, comme ce Traité eft un ouvrage plutôt élémentaire que fyftématique, ce défaut n'influe en rien fur ce qui vient à la fuite.

On trouve auffi dans nos bons Auteurs, & particulierement dans la Méchanique de M. Bezout, ce que M. de Chapman dit des centres d'ofcillation & de percuffion par rapport au mouvement de roulis & de tangage. Il réfulte, de ce que l'on voit par-tout à ce fujet, que pour diminuer les mouvemens de roulis, il faut rejetter fur ftribord & bâbord les poids les plus confidérables, afin de donner ce que l'on appelle un *plus grand moment d'inertie*. Il eft bon de remarquer ici que l'on a quelquefois mal pris cette conféquence, très-bien fondée; on a perdu la ftabilité de plus d'un Vaiffeau, en rejettant fur les aîles grande quantité de left de fer, parce qu'en éloignant ces poids du milieu, les foutenant au bout de la varangue, on les exhauffoit: dans un Bâtiment qui n'a qu'une ftabilité fuffifante, il ne faut rejetter les plus grands poids fur les aîles qu'autant que cela peut s'accorder avec la condition de ne les pas exhauffer.

Le chapitre de la réfiftance qu'éprouve le Vaiffeau en mouvement de la part du fluide, nous paroît contenir de bonnes vues, qui, quoiqu'apperçues par d'autres Auteurs, * étant mifes au jour dans l'étendue qu'il leur donne, doit fournir des idées naturelles lefquelles, femées dans les génies analyftes qui s'occupent de cette queftion importante, pourront germer & mener à fa maturité ce fruit fi longtems attendu que l'on ne peut guere efperer d'un feul individu.

Le Vaiffeau étant en repos, fa carene eft preffée dans tous fes points par le fluide où il eft plongé; lorfqu'il eft mis en mouvement, aux preffions de l'avant doit être ajoutée l'impulfion de l'eau.... Mais, l'arriere fe dérobant au fluide, il y a une ceffation de preffion, une efpece d'impulfion négative fur cette partie qui revient à une impulfion pofitive de l'avant, & doit être ajoutée à celle fur cette partie: voilà l'idée de M. de Chapman, en

---

*. Voyez le Traité de Conftruction des Vaiffeaux de M. le Comte du Maitz de Goimpy, Capitaine de Vaiffeau, (*page* 59.).

conséquence de laquelle il calcule la résistance sur ces deux dites parties d'après un résultat synthétique assez satisfaisant ; il fait une somme de ces résistances qu'il rectifie d'ailleurs par une considération fort sage de l'élévation de l'eau vers la proue, & de sa chûte dans le remou. Il donne des exemples de ces calculs qui ne laissent rien à desirer.

M. de Chapman traite, avec toute l'habileté qu'on doit attendre de lui, l'objet du centre d'effort du vent dans les voiles, & du moment de la voilure comparé avec la stabilité. Sans parler de la force du vent, qui en est un des élémens, il donne une expression qu'il tient de l'expérience, & qui, revenant au même pour les personnes instruites, est beaucoup plus simple pour celles qui le sont moins.

Le chapitre 6 contient une discussion sur les dimensions & formes des Vaisseaux, bien placée dans la bouche d'un Constructeur, & dont effectivement on peut tirer beaucoup d'utilité. On y trouve encore quelques fautes d'analyses qui sont relevées par M. V. D. C.

Il a formé une table de proportions, capacités, &c. de Vaisseaux de commerce de quatre especes, qui ne peut provenir que de grandes recherches. Les Constructeurs seuls pourront l'apprécier en y comparant une grande quantité de bons Vaisseaux. Si cette table est aussi bonne qu'il y a lieu de le croire, c'est une chose précieuse. Il n'a pas manqué de donner un exemple pour apprendre à s'en servir.

Cet Auteur, dans son chapitre 7, entre dans la même discussion au sujet des Bâtimens pour la course, qui convient aux Frégates les plus considérables, & où on trouve une utilité directe pour la Marine Royale. Rien ne lui échappe : mâture, voilure, gréement, armement, munitions de guerre & de bouche, arrimage : les poids de tous ces objets, la détermination de leur emplacement : tout y est traité. Il donne des formules générales qui peuvent convenir à tous les Bâtimens propres à la guerre (excepté les Vaisseaux de ligne) dont il résulte plusieurs tables desquelles on peut dire ce que l'on a dit de la premiere.

C'est aux Officiers qui s'occupent de Constructions, & aux corps des Ingénieurs-Constructeurs, de les apprécier par des comparaisons entr'elles & les Frégates & autres Bâtimens de guerre qu'ils reconnoissent pour bon. C'est aussi à ces mêmes personnes

qu'il appartient de les faire quadrer avec les Vaisseaux de ligne, plusieurs objets pouvant convenir aux uns & aux autres : c'est ce que l'on peut attendre de ces Messieurs quand la circonstance des tems leur laissera du loisir.

Le huitieme chapitre est consacré à traiter des dimensions des mâts & voiles des Vaisseaux de commerce, à l'égard desquels l'économie des Equipages doit modifier la théorie.

On trouve, dans le chapitre suivant, la partie pratique du Constructeur. Il commence par des tables d'échantillons des pieces. M. de Chapman donne une méthode de cuber exactement toutes les dites pieces travaillées, pour, au moyen de leur pésanteur spécifique & la connoissance de leur emplacement, servir à déterminer tant le poids de la coque que son centre de gravité. Il entre ensuite dans le détail du tracé à la salle, sur le devis d'une Frégate fait dans le meilleur ordre. Les jeunes Officiers qui veulent suivre le détail des Constructions, y trouveront des choses fort utiles, qu'ils chercheroient vainement ailleurs.

Ce chapitre finit par la méthode de faire l'échelle de solidité, qui, par sa simplicité, peut être fort utile.

M. de Chapman déploie toute sa théorie de la résistance, dans le dixieme chapitre, pour parvenir à déterminer un emplacement de mâture tel que le Vaisseau étant assez ardent, cependant ne le soit pas trop, en comparant le centre d'effort de cette impulsion, avec celui du vent dans les voiles. Il donne un exemple d'un long calcul à ce sujet, auquel on doit se livrer d'autant plus volontiers, lorsqu'on aura à construire des Vaisseaux d'une forme particuliere, que ce Constructeur fait voir qu'il cadre parfaitement avec ce qu'on peut observer dans les meilleurs Vaisseaux. Il démontre géométriquement qu'un Navire mâté au contraire d'après l'ancienne théorie, ne pourroit nullement naviguer.

Dans le onzieme & dernier chapitre, il est traité du jaugeage & d'autres instructions propres particuliérement pour les Armateurs, mais dont la Marine peut cependant tirer quelqu'usage par rapport aux Bâtimens de transport qu'elle est dans le cas de fréter.

Dans le texte il y a un douzieme chapitre, mais qui est entiérement relatif au grand ouvrage en planches du même Auteur, intitulé *Architectura navalis Mercatoria*, *&c.* & qui n'est qu'une répétition de l'instruction en François qui accompagne lesdites planches.

Il nous paroît qu'en publiant cet ouvrage, M. V. D. C. rendra un ſervice réel à la Marine ; il l'a traduit avec intelligence & netteté, & dans les termes de l'art.

La traduction imprimée que nous avons ſous les yeux ne ſemble pas pouvoir faire tort à celle de M. V. D. C. d'autant plus que ladite traduction ne peut ſe lire ſans avoir ſous les yeux le grand ouvrage en planche qui eſt rare & fort cher. Pour en rendre la lecture indépendante, M. V. D. C. en a extrait trois plans de Vaiſſeau qu'il joint aux planches du livre ; ce qui ſuffit pour l'intelligence de cet ouvrage, que nous croyons mériter les éloges de l'Académie, & qui nous paroît digne d'être imprimé.

A Breſt, le 14 *Octobre* 1779.

J. Fortin. Verdun de la Crene. Briqueville. le Baron d'Arros.

RAPPORT de Messieurs le Baron D'ARROS & FORTIN, *nommés par l'Académie Royale de Marine pour examiner des notes sur le onzieme chapitre, que M. VIAL DU CLAIRBOIS ajoute à sa traduction de l'Ouvrage de Chapman.*

Nous avons lu, avec une extrême attention, les notes que M. Vial du Clairbois ajoute à sa traduction de l'Ouvrage de Chapman, & nous avons remarqué qu'elles sont très-utiles à l'intelligence de cette traduction ; elles portent sur le jaugeage des Vaisseaux marchands tant chargés que déchargés ; elles expliquent très-clairement toutes les méthodes qu'on doit suivre pour l'exactitude de ces opérations. Il fait des citations d'événemens arrivés à la mer à des Bâtimens mal ou trop chargés ; ces citations sont très-propres à faire connoître aux jeunes Constructeurs combien ils sont obligés de ne rien négliger pour donner de la stabilité à leurs Vaisseaux, & aux jeunes Marins combien ils doivent avoir attention à les charger, en mettant les matieres les plus pésantes par dessous pour éviter la bricole, & pour ne pas faire monter le centre de gravité, tant de la charge que de la carene ; elles font connoître également le risque qu'il y a de trop charger un Bâtiment ; elles démontrent que le fort étant noyé, le Bâtiment perd toutes les facultés, tant pour porter la voile que pour gouverner, & qu'étant plus lourd qu'il ne faut, il ne s'éleve plus sur la lame, ce qui l'expose à recevoir des coups de mer dans les tempêtes ; & que d'ailleurs son sillage est presqu'entiérement supprimé.

Dans ces notes on trouve aussi les longueurs & poids de nos canons de différens calibres ; les dimensions des cordages nécessaires à leurs armemens ; un apperçu des agrès & apparaux d'un Vaisseau ; le poids des ancres & des futailles de toutes les especes, avec leurs dimensions.

Tous ces renseignemens sont selon l'usage Français, & d'autant plus utiles qu'ils conduisent, avec le moins d'erreur possible, à avoir le poids de la charge de tout Bâtiment de mer.

Cette

Cette connoiſſance eſt d'autant plus indiſpenſable dans l'Architecture navale, qu'elle ſert de baſe à la compoſition des plans de guerre & de commerce. Enfin, le Traducteur donne auſſi, dans ſes notes, une idée des friponneries qui pourroient avoir lieu dans les affrétemens, ſi on s'éloignoit des regles preſcrites pour le jaugeage.

D'après l'examen que nous venons de faire de ces notes, il nous paroît que l'impreſſion en eſt néceſſaire, puiſqu'elles portent une très-grande lumiere à ce chapitre ſi important à la conſtruction & à la navigation.

A Breſt, le 13 *Juillet* 1780.

J. FORTIN. *LE BARON D'ARROS.*

EXTRAIT DES REGISTRES
DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MARINE.

Du 7 Octobre 1779.

MESSIEURS LE BARON D'ARROS, DE BRIQUEVILLE, DE VERDUN DE LA CRENE, ET FORTIN, qui avoient été nommés pour examiner une *traduction du Livre de M. Chapman*, faite par M. VIAL DU CLAIRBOIS, en ayant fait leur rapport; l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impreſſion, qu'elle a approuvé être faite ſous ſon privilége: en foi de quoi j'ai ſigné le préſent certificat.

A Breſt, le 11 *Novembre* 1780.

BLONDEAU, *Sous-Secrétaire.*

PRIVILEGE.

LOUIS PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE: à nos amés & féaux Conſeillers les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maitres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillis, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, SALUT. Ayant jugé à propos de confirmer, par notre Réglement du vingt-quatre Avril de la préſente année, l'établiſſement formé en mil ſept cent cinquante-deux d'une Académie de Marine à Breſt, & voulant exciter, autant qu'il eſt poſſible, le progrès des Sciences & des Arts relatifs à la Marine, & encourager les travaux littéraires des Membres qui compoſent ladite Académie; Nous avons cru devoir lui accorder nos Lettres de Privilege de faire imprimer tous les Ouvrages qu'elle pourra produire. A ces cauſes, nous avons permis à ladite Academie, & nous lui permettons, par ces préſentes, de faire imprimer, par tel Imprimeur qu'elle voudra choiſir, & autant de fois que bon lui ſemblera; de faire vendre & débiter, par-tout notre Royaume, pendant le tems de douze années conſécutives, à compter du jour de la date des préſentes, *les recherches & obſervations journalieres, ou relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans ſes Aſſemblées; & les traités ou mémoires des Particuliers qui la compoſent, & qui auront été lus dans leſdites Aſſemblées, & adoptés par ladite Académie, après avoir fait examiner leſdits Ouvrages, & qu'ils auront été jugés digne de l'impreſſion.* Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres, de quelque qualité & condition qu'ils ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance: comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire leſdits Ouvrages, ni d'en faire aucuns extraits, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit de ladite Academie, ou de ceux qui auront droit d'elle, à peine de confiſcation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre à ladite Academie ou à celui qui aura droit d'elle, & de tous dépens, dommages & intérêts. A la charge que ces préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelle; que l'impreſſion deſdits Ouvrages ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en beau papier & beau caractere, conformément aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, à peine de déchéance du préſent Privilege: qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſera remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France LE SIEUR HUE DE MIROMENIL; qu'il en ſera enſuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, LE SIEUR DE MAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur Hue de Miromenil: le tout à peine de nullité des préſentes; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ladite Académie & ſes ayans cauſes, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin deſdits Ouvrages, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelle, tous Actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Chartres Normandes & Lettres à ce contraires. Car tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Paris le dix-ſeptieme jour de Mai, l'an de grâce mil ſept cent ſoixante-quinze, & de notre Regne le deuxieme. Par le Roi en ſon Conſeil, LE BEGUE.

Régiſtré ſur le Regiſtre XIX de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, numéro 234, folio 442, conformément au Réglement de 1723, qui fait défenſes, article IV, à toutes perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter, faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les Auteurs ou autrement; & à la charge de fournir à la ſuſdite Chambre, huit exemplaires preſcrits par l'article 108 du même Réglement. A Paris, le 16 Juin 1775. SAILLANT, *Syndic.*

AVERTISSEMENT DU TRADUCTEUR.

LEs propositions de géométrie, d'algebre & de méchanique pour lesquelles on trouve des renvois dans le courant de cet Ouvrage, doivent se chercher dans le Cours de Mâthématiques de M. Bézout.

Il y a aussi des renvois au *Traité du Navire* & à l'*Analyse démontrée*; le premier de ces deux Ouvrages est de M. Bouguer, l'autre du Pere Reynaud; on les trouve chez tous les Libraires assortis.

J'ai aussi cité mon *Essai sur l'Architecture navale.* Il se vend à Brest, chez R. Malassis, Imprimeur de la Marine; & à Paris, chez Durand, neveu, rue Galande.

Ce Traité de Construction-ci est divisé par paragraphe auxquels on renvoie pareillement.

La lettre grecque Φ par-tout où on la rencontre, signifie *maître couple*; il est marqué un peu différemment dans les planches.

Quelques Lecteurs pouvant desirer de voir, dans l'original *Architectura navalis*, *&c.* les planches que j'en ai extraites, il est bon de dire ici que les figures 43, 44, 46 & 50 qui sont à la fin de cette Traduction, se trouvent dans la planche xxxvij, N°. 6 de ce grand Ouvrage en dessin; *Architectura*, *&c.*; les figures 45 & 51, dans la planche xxxviij, N°. 7; les figures 47, 48 & 49, dans la planche xxxj, N°. 1.

Les planches 11 à 14 de cette Traduction, contenant les figures 38 à 42, sont les planches 12 à 15 du Texte, contenant les mêmes figures, mais marquées des nombres 46 à 50. Ce changement provient de la suppression d'une théorie dont je rends compte dans la note de la page 127.

J'ai jetté un grand nombre de notes dans le courant de cette Traduction, qui, j'ose m'en flatter, seront trouvées utiles. l'Académie de Marine en a déjà porté un jugement avantageux.

M. de Chapman a mis à la fin de son Traité, une table de cubes pour servir aux calculs de stabilité : comme elle est d'un usage journalier, & qu'il est important que l'on puisse compter sur son exactitude, j'ai vérifié ces cubes depuis le premier jusqu'au dernier, ce qui est une besogne assez longue & fastidieuse; le desir seul d'être utile m'a pu faire vaincre le dégoût d'un pareil travail. Je puis répondre de cette table, où, au surplus, je dois dire que j'ai fait très-peu de corrections.

TABLE.

CHAPITRE I. *Du déplacement du Vaisseau, & du centre de gravité dudit déplacement.* . . . . page 1.

CHAPITRE II. *De la stabilité ou de l'effort en opposition à l'inclinaison.* . . . . page 17.

CHAPITRE III. *Du centre de gravité du Vaisseau même, ou considéré comme un corps hétérogene.* . . . . page 24.

CHAPITRE IV. *De la résistance que le Vaisseau en mouvement éprouve de la part de l'eau.* . . . . page 33.

CHAPITRE V. *Du centre d'effort du vent sur les voiles, & de son mouvement par rapport au centre de gravité du Vaisseau.* page 53.

CHAPITRE VI. *Des dimensions & des différentes formes de Vaisseaux.* . . . . page 70.

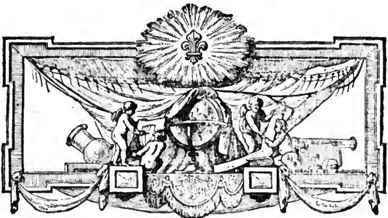
CHAPITRE VII. *Des proportions des Bâtimens pour la Course.* p. 83.

CHAPITRE VIII. *Proportions des mâts & vergues pour les Bâtimens marchands.* . . . . page 96.

CHAPITRE IX. *De différens objets qui appartiennent à la partie pratique de la Construction.* . . . . page 104.

CHAPITRE X. *Sur la qualité, dans les Vaisseaux, d'être ardent.* p. 125.

CHAPITRE XI. *Du jaugeage & de l'arrimage, avec des instructions sur ces objets, & aussi différens détails importans concernant les munitions de bouche, pour servir à faire les emménagemens ou soutes.* p. 156.



TRAITÉ
DE LA CONSTRUCTION DES VAISSEAUX,

Avec des Eclairciſſemens & Démonſtrations touchant l'Ouvrage intitulé ARCHITECTURA NAVALIS MERCATORIA, &c.

CHAPITRE PREMIER.

Du Déplacement du Vaiſſeau & du centre de gravité dudit Déplacement.

§ 1.

LE Déplacement eſt le vuide que le Vaiſſeau fait dans l'eau tranquille par le volume de ſa carene, en raiſon du poids qui l'y plonge.

Plus le Vaiſſeau eſt chargé, plus il plonge dans l'eau, & plus

il en déplace, & le poids du Vaiſſeau eſt égal à celui du volume d'eau qu'il déplace.

Quand on connoît le poids de la coque & du gréement, & que l'on connoît auſſi le déplacement, on a le poids de la charge, & *vice verſa.*

Delà on voit la néceſſité de bien connoître la quantité de ce déplacement : c'eſt particulierement néceſſaire dans les Vaiſſeaux de guerre & Corſaires ; & comme on en connoît la nature du leſt & du chargement, qui eſt toujours conſtante dans ces ſortes de bâtimens, on a des élémens plus déterminés pour leur donner les meilleures qualités, tant du côté de la ſtabilité, que de celui du ſillage.

L'imperfection des méthodes dont on s'eſt ſervi juſqu'ici pour calculer ce déplacement, m'a engagé à donner celle qui ſuit, & à l'éclaircir par des exemples, afin que les perſonnes qui s'occupent de la conſtruction des Vaiſſeaux, la trouvant fort ſimple, ne ſoient plus déſormais étonnées par la quantité de calculs où engagent les autres méthodes.

Trouver la ſurface d'un Plan compris dans une ligne courbe.

Fig. 1.

Soit $HIKLO$ une portion d'une ligne parabolique. Tracez les lignes AH, BI, CK, &c. perpendiculaires à la ligne AG * & à diſtances égales entr'elles ; tirez enſuite la droite HK. Alors IR eſt un diametre, & HR, RK des ordonnées de la parabolique HIK. Soit AH, BI, CK, DL, &c. $= a$, b, c, d, e, f, g ; & $AB = BC$, &c. $= m$. Alors l'aire du trapeze $AHKC = m \times (a+c)$, & l'aire de la partie parabolique $HIKRH = \frac{2}{3} \times \left(b - \frac{a+c}{2}\right) \times 2m$ ** $= \frac{4b-2a-2c}{3} \times m$. Alors l'aire de la ſurface $AHIKC = m \times (a+c) + \frac{4b-2a-2c}{3} \times m$ $= \frac{a+4b+c}{3} \times m.$

* Cette ligne AG doit être perpendiculaire à l'axe de la parabole.

** Alg. 366 ; Mech. 95.

On verra de la même maniere, que les surfaces *CKLME* $= \frac{c+4d+e}{3} \times m$, & *EMNOG* $= \frac{e+4f+g}{3} \times m$: conséquemment toute la surface *AHLOG* est égale à la somme de ces trois quantités, est égale à $\frac{a+4b+2c+4d+2e+4f+g}{3} \times m$
C. Q. F. D.

COROLLAIRE.

De cette maniere on trouve l'aire de toutes les surfaces comprises dans les lignes courbes, c'est-à-dire, lorsque les ordonnées sont à distances égales (plus près elles sont, plus le calcul est exact) ; qu'elles sont perpendiculaires à l'axe, & que celui-ci est divisé dans un nombre pair de parties ; les ordonnées alors sont en nombre impair ; le premier & le dernier ont pour coefficient 1 ; les second & avant-dernier ont 4 ; les troisieme & antépénultieme 2 ; & ainsi de suite alternativement 4 & 2 jusqu'au terme du milieu qui a, suivant cet ordre, 2 ou 4 pour coefficient. La somme de ces fonctions des ordonnées, se multiplie par le tiers de la distance entr'elles.

Cette méthode de trouver la surface des plans compris dans une courbe, est d'une exactitude suffisante pour la pratique, ce qui se voit par l'exemple suivant.

Soit *AFL* un quart de cercle : le rayon $AL = AF = 8$, & *AF*, *BG*, *CH*, *DI*, *EK* cinq ordonnées ; la distance entr'elles *AB*, *BC*, *CD*, &c. $= 1$: on demande l'aire du plan *AFHKE*. Fig. 2.

Par la nature du cercle, *AF* étant égale à 8, alors $BG = \sqrt{63} = 7{,}937254$; $CH = \sqrt{60} = 7{,}74596$; $DI = \sqrt{55} = 7{,}4162$; $EK = \sqrt{48} = 6{,}9282$, & l'aire *AFHKE* est selon le corollaire $= \frac{1 \times 8 + 4 \times 7{,}937254 + 2 \times 7{,}74596 + 4 \times 7{,}4162 + 1 \times 6{,}9282}{3}$ $= 30{,}611312$. *.

* Suivant la façon ordinaire de calculer, l'aire *AFHKE* $= 30{,}562$. Or, $30{,}611 - 30{,}562 = 0{,}049$; cette méthode est donc plus exacte de près d'un vingtieme de pied quarré, ou de $\frac{1}{600}$ de la surface.

D'où l'on trouve facilement l'aire du quart de cercle. Car si l'on soustrait de l'espace $AFHKE = 30{,}611312$ l'espace $AKE = 13{,}8564$, il restera $16{,}7549$ pour l'aire du secteur AFK; & comme $AE = EL$, il s'en suit que cette quantité $16{,}7549$ multipliée par 3, sera l'aire $AFKL = 50{,}2647$ *. Ce calcul est d'une exactitude rigoureuse jusqu'au 5e. chiffre.

§ 2.

Trouver le Centre de gravité d'un Plan **.

Fig. 1. La distance du centre de gravité du trapeze $AHKC$ à la ligne $AH = \frac{2}{3} m \times \frac{a+2c}{a+c}$ ***, & celle du centre de gravité de la surface de la partie parabolique $HIKRH$ à cette même ligne $AH = m$: conséquemment, la distance de leur centre de gravité commun à la ligne $AH =$

$$\frac{\frac{2}{3} m \times \frac{a+2c}{a+c} \times (a+c)\, m + \frac{2}{3} m \times (2b-a-c) \times m,}{(a+c) \times m + \frac{2}{3} m \times (2b-a-c)}$$

$= m \times \frac{4b+2c}{a+4b+c}$. De même la distance du centre de gravité de l'aire $CKME$ à la ligne $CK = m \times \frac{4d+2e}{c+4d+e}$, & à la ligne $AH = m \times \frac{2c+12d+4e}{c+4d+e}$; & enfin la distance du centre de gravité de l'aire $EMOG$ à la ligne $EM = m \times \frac{4f+2g}{e+4f+g}$, & à la ligne $AH = m \times \frac{4e+20f+6g}{e+4f+g}$: conséquemment la distance du centre de gravité commun de ces trois espaces, à la ligne $AH =$

$$\frac{4b+4c+12d+8e+20f+6g}{a+4b+2c+4d+2e+4f+g} \times m =$$

$$\frac{0 \times a + 1 \times 4b + 2 \times 2c + 3 \times 4d + 4 \times 2e + 5 \times 4f + 6g}{a+4b+2c+4d+2e+4f+g} \times m.$$

* Suivant le rapport du diametre à la circonférence, 1 : 3,1415926 (*Géo.* 151.) $AFKL = 50{,}26548$.

** Compris dans une ligne parabolique, ou courbe composée de parties estimées paraboliques.

*** *Mich.* 279.

COROLLAIRE.

Le centre de gravité d'un Plan * ſe trouve donc au moyen de l'expreſſion de l'aire de ce plan : en multipliant les fonctions de la premiere ordonnée par o, de la 2ᵉ. par 1, de la 3ᵉ. par 2, de la 4ᵉ. par 3, &c., en diviſant la ſomme de ces produits par l'aire, & en multipliant le quotient par la diſtance entre les ordonnées.

§ 3.

Trouver la ſolidité & le Centre de Gravité des Solides.

Soit ADC un ſolide formé par la révolution autour de ſon axe AB, de la courbe AFD; on demande la ſolidité & le centre de gravité de la partie $CMFD$ de ce ſolide. *Fig. 3.*

Par le point G, tracez la ligne NE ** qui eſt la normale de l'axe AB. Prolongez les lignes CD & MF qui ſont paralleles à NE. Soit p l'aire d'un cercle dont le diametre $= 1$; on ſuppoſe une ligne LKI, tracée de maniere que ces ordonnées HL, GK, BI ſoient égales à l'aire des ſections correſpondantes $p \times \overline{MF}^2$, $p \times \overline{NE}^2$, $p \times \overline{CD}^2$; pour lors il eſt clair que l'aire du plan $HLIB$ exprime la ſolidité du corps $MFDC$.

Par-là on voit que la formule du calcul des plans (§ 1), ſert auſſi pour trouver la ſolidité des corps; & celle du calcul du centre de gravité des mêmes plans (§ 2), pourra pareillement ſervir à trouver le centre de gravité des ſolides.

COROLLAIRE.

Quand $BG = GH$, pour lors l'aire $HLIB$ (§ 1) $= (BI + 4GK + HL) \times \frac{BG}{3}$; conſéquemment, la ſolidité de $CMFD$ $= (\overline{CD}^2 + 4 \times \overline{NE}^2 + \overline{MF}^2) \times \frac{p \times BG}{3}$; & ſi $BH = AH$, il

* Compris dans une ligne parabolique, ou courbe compoſée de parties eſtimées paraboliques.

** NE n'eſt point une normale. Normale eſt une perpendiculaire à une tangente élevée au point tangent, & qui ſe termine à l'axe de la courbe. (*Alg.* 300)

s'enfuit que la folidité de tout le corps $AFDCMA = ((CD)^2 + 4 \times (MF)^2) \times p \times \frac{BH}{3}$.

Quand $4 \times (MF)^2$ eft égal à $(CD)^2$, le folide eft un cône; quand cette même quantité $4 (MF)^2$ eft égale à $2 (CD)^2$, c'eft un cône parabolique; fi elle eft égale à $3 (CD)^2$, c'eft un demi-fphéroïde *; à $5 (CD)^2$, un cylindre. La folidité de ces corps eft donc comme 2 : 3 : 4 : 6. **.

La diftance du centre de gravité à A dans le dernier cas *** s'exprime par $\frac{4HL + 2BI}{4HL + BI} \times AH = \frac{4(MF)^2 + 2(CD)^2}{4(MF)^2 + (CD)^2} \times AH$ (†); ce qui donne pour chacune des quatre efpeces de corps, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{8}$, & $\frac{1}{2}$ de AB.

S. 4.

Calculer le Déplacement d'un Vaiffeau & le Centre de gravité de ce même Déplacement, tant dans le fens de la longueur que dans celui de la profondeur.

Par exemple : trouver le déplacement, &c. du Corfaire (*fig.* 43, 44 & 46).

Voyez fur le Plan d'élévation (*fig.* 43) Φ, 3, 6, 9, 12, &c. *C*, *F*, *I*, &c. qui font des projections de coupes perpendiculaires à la quille, & à diftances égales entr'elles.

La figure de ces coupes eft repréfentée fur le Plan vertical des gabarits (*fig.* 44) : Φ eft le maître couple : à gauche fe repréfentent les coupes ou gabarits des couples en arriere du Φ couple, elles font défignées par 3, 6, 9, 12, &c.; à droite les coupes en avant dudit Φ couple, elles font défignées par *C*, *F*, *I*, *M*, &c.

On trace fur le Plan d'élévation (*fig.* 43), une ligne qui marque le tirant d'eau, le Vaiffeau tout armé, que l'on appelle *ligne de flottaifon fupérieure*; mais comme les Bâtimens ont plus de tirant

---

* ou un demi-ellipfoïde.

** Si le cylindre = 6, le demi-fphéroïde ou demi-ellipfoïde de même hauteur = 4, car il eft les deux tiers du cylindre (*Mech.* 103.); le paraboloïde = 3, car il en eft la moitié (*Mech.* 104.); le cône = 2, car il en eft le tiers. (*Géog.* 240).

(***) Où $BH = AH$.

(†) Si $4 (MF)^2 = 5 (CD)^2$, ce qui eft le cas du cylindre, $\frac{4(MF)^2 + 2(CD)^2}{4(MF)^2 + (CD)^2} \times AH = \frac{7(CD)^2}{6(CD)^2} \times \frac{1}{2} AB = \frac{7}{12} AB$: donc cette expreffion n'eft pas générale.

d'eau de l'arriere que de l'avant, cette ligne n'eſt point parallele à la quille.

A diſtances égales priſes à volonté, on trace d'autres lignes de flottaiſon paralleles à la ſuperieure ; ces lignes de flottaiſon ſe portent enſuite ſur le Plan vertical (*fig.* 44) aux coupes correſpondantes qui donnent la ligne 1 & celles ponctuées 2, 3, 4, 5, 6, 7. Le chiffre 1 marque la ligne de flottaiſon ſupérieure ; 2, la 2e. ; 3, la 3e. &c. Chaque coupe ou gabarit de couple, reçoit donc ſept ordonnées ou largeurs qui ſont connues. On prend la quantité de chacune de ces ordonnées, ſur une échelle de décimale, dans l'ordre ſuivi dans la table ci-après. Ces ordonnées ſe multiplient ſucceſſivement par 1, 4, 2, 4, 2, 4, 1 (§ 1), & la ſomme de ces produits eſt encore multipliée par le tiers de la diſtance entre les lignes de flottaiſon.

La diſtance entre ces lignes de flotaiſon = 1,62 pi. dont le tiers = 0,54 ; c'eſt pourquoi on multiplie la ſomme par 0,54. Le triangle qui eſt entre la derniere ligne de flottaiſon 7, & la quille, s'ajoutant à cette quantité, donne l'aire du demi-couple : *voyez l'opération.*

DEMI-AIRE DE CHAQUE COUPE.

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe 27.	Ord.	Coupe 24.	Ord.	Coupe 21
1.	4,67	1 = 4,67	8, 88	1 = 8,88	11, 14	1 = 11,14
2.	2,16	4 = 8,64	6, 16	4 = 24,64	9, 14	4 = 36,56
3.	1,25	2 = 2,50	3, 60	2 = 7,20	6, 58	2 = 13,16
4.	0,86	4 = 3,44	2, 18	4 = 8,72	4, 02	4 = 16,08
5.	0,62	2 = 1,24	1, 47	2 = 2,94	2, 47	2 = 4,94
6.	0,45	4 = 1,80	0, 97	4 = 3,88	1, 48	4 = 5,92
7.	0,40	1 = 0,40	0, 67	1 = 0,67	0, 87	1 = 0,87
		22,69		56,93		88,67
		0,54		0,54		0,54
		9076		22772		45468
		11345		28465		34335
		12,2526		30,7422		47,8818
partie vers la quill.		0,52		0,87		1,045
	Aire.....	12,77	Aire.....	31,61	Aire.....	48,92

Lignes de flottaison.	Ord.	Coupe 18.	Ord.	Coupe 15.	Ord.	Coupe 12.
1.	12, 46	1 = 12,46	13, 30	1 = 13,30	13, 91	1 = 13,91
2.	11, 00	4 = 44,00	12, 36	4 = 49,44	13, 19	4 = 52,76
3.	8, 90	2 = 17,80	10, 72	2 = 21,44	11, 98	2 = 23,96
4.	6, 24	4 = 24,96	8, 37	4 = 33,48	10, 10	4 = 40,40
5.	3, 81	2 = 7,62	5, 51	2 = 11,02	7, 33	2 = 14,66
6.	2, 11	4 = 8,44	2, 98	4 = 11,92	4, 26	4 = 17,04
7.	1, 10	1 = 1,10	1, 37	1 = 1,37	1, 78	1 = 1,78
		116,38		141,97		164,51
		0,54		0,54		0,54
		46552		56788		65804
		58190		70985		82255
		62,8452		76,6638		88,8354
partie vers la quill.		1,32		1,507		1,958
	Aire. . . .	64,16	Aire.	78,17	Aire.	90,79

Lignes de flottaison.	Ord.	Coupe 9.	Ord.	Coupe 6.	Ord.	Coupe 3.
1.	14, 35	1 = 14,35	14, 61	1 = 14,61	14, 75	1 = 14,75
2.	13, 81	4 = 55,24	14, 18	4 = 56,72	14, 39	4 = 57,56
3.	12, 81	2 = 25,62	13, 30	2 = 26,60	13, 64	2 = 27,28
4.	11, 30	4 = 45,20	12, 01	4 = 48,04	12, 40	4 = 49,60
5.	9, 01	2 = 18,02	10, 04	2 = 20,08	10, 66	2 = 21,32
6.	5, 75	4 = 23,00	7, 00	4 = 28,00	7, 90	4 = 31,60
7.	2, 14	1 = 2,14	2, 63	1 = 2,63	2, 98	1 = 2,98
		183,57		196,68		205,09
		0,54		0,54		0,54
		73428		78672		82036
		91785		98340		102545
		99,1278		106,2072		110,7486
partie vers la quille		2,14		2,367		2,384
	Aire. . . .	101,27	Aire. . . .	108,57	Aire.	113,13

Lignes

Lignes de flottaison.	Ord.	Coupe ⊕	Ord.	Coupe C.	Ord.	Coupe F.
1.	14, 80	1= 14,80	14, 79	1= 14,79	14, 57	1= 14,57
2.	14, 40	4= 57,60	14, 36	4= 57,44	14, 06	4= 56,24
3.	13, 67	2= 27,34	13, 53	2= 27,06	13, 17	2= 26,34
4.	12, 48	4= 49,92	12, 30	4= 49,20	11, 80	4= 47,20
5.	10, 78	2= 21,56	10, 53	2= 21,06	9, 81	2= 19,62
6.	8, 05	4= 32,20	7, 72	4= 30,88	6, 75	4= 27,00
7.	3, 00	1= 3,00	2, 78	1= 2,78	2, 40	1= 2,40
		206,42		203,21		193,37
		0,54		0,54		0,54
		82568		81284		77348
		103210		101605		96685
		111,4668		109,7334		104,4198
partie vers la quille		2,4		2,24		1,68
	Aire....	113,87	Aire....	111,97	Aire....	106,10

Lignes de flottaison.	Ord.	Coupe I.	Ord.	Coupe M.	Ord.	Coupe P.
1.	14, 16	1= 14,16	13, 43	1= 13,43	12, 10	1= 12,10
2.	13, 55	4= 54,20	12, 58	4= 50,32	10, 82	4= 43,28
3.	12, 48	2= 24,96	11, 14	2= 22,28	8, 98	2= 17,96
4.	10, 81	4= 43,24	9, 15	4= 36,60	6, 83	4= 27,32
5.	8, 55	2= 17,10	6, 72	2= 13,44	4, 58	2= 9,16
6.	5, 38	4= 21,52	3, 88	4= 15,52	2, 53	4= 10,12
7.	2, 08	1= 2,08	1, 57	1= 1,57	1, 10	1= 1,10
		177,26		153,16		121,04
		0,54		0,54		0,54
		70904		61264		48416
		88630		76580		60520
		95,7204		82,7064		65,3616
partie vers la quil.		1,456		0,95		0,66
	Aire.....	97,18	Aire....	83,66	Aire. . . .	66,02

Lignes de flottaison.	Ord.	Coupe S.	Ord.	Coupe W.
1.	9, 49	1= 9,49	5, 00	1= 5,00
2.	7, 80	4= 31,20	3, 73	4= 14,92
3.	5, 97	2= 11,94	2, 59	2= 5,18
4.	4, 10	4= 16,40	1, 70	4= 6,80
5.	2, 68	2= 5,36	1, 05	2= 2,10
6.	1, 55	4= 6,20	0, 60	4= 2,40
7.	0, 77	1= 0,77	0, 30	1= 0,30
		81,36		36,70
		0,54		0,54
		32544		14680
		40680		18350
		43,9344		19,8180
partie vers la quil.		0,385		0,15
Aire....		44,32	Aire....	19,97

Pour trouver la solidité du déplacement & son centre de gravité, on emploie l'aire des coupes comme on vient d'employer leurs ordonnées, (*vide* § 1 & 3). La distance entre les coupes = 6,27 pieds, dont le tiers = 2, 09. On ajoute au résultat de ce calcul la solidité des parties qui se trouvent entre la coupe W & l'étrave, entre la coupe 27 & l'étambot. La somme donne le demi-déplacement, qui multiplié par 2 donne le déplacement total en dehors des membres, non-compris le bordage, l'étambot, l'étrave ni la quille.

Pour avoir la distance du centre de gravité à la coupe 27, on multiplie les fonctions de l'aire de chaque coupe : la première, ou l'aire de la coupe 27 par 0, la 2e. par 1, la 3e. par 2, &c. (*vide* § 2). Le quotient de la somme de ces produits divisé par la somme des aires des coupes ; ledit quotient, dis-je, multiplié par la distance entre les coupes, donne la distance demandée du centre de gravité de la partie de la carene, comprise entre les coupes 27 & W, à ladite coupe 27. *Voyez l'opération.*

Coupes	Aire des Coupes.	.			
27	12,77	1	12,77	0	
24	31,61	4	126,44	1	126,44
21	48,93	2	97,86	2	195,72
18	64,16	4	256,64	3	769,92
15	78,17	2	156,34	4	625,36
12	90,79	4	363,16	5	1815,80
9	101,27	2	202,54	6	1215,24
6	108,57	4	434,28	7	3039,96
3	113,13	2	226,26	8	1810,08
Φ	113,87	4	455,48	9	4099,32
C	111,97	2	223,94	10	2239,40
F	106,10	4	424,40	11	4668,40
I	97,18	2	194,36	12	2332,32
M	83,66	4	334,64	13	4350,32
P	66,02	2	132,04	14	1848,56
S	44,32	4	177,28	15	2659,20
W	19,97	1	19,97	16	319,52

3838,40

× $\frac{1}{3}$ Distance entre les couples. 2,09

3454560

767680

8022,2560 = Demi-déplacement entre 27 & W.

entre W & l'étrave = 60

entre 27 & l'étambot = 23

8105 = Demi-déplacement.

2

16210 = Déplacement total.

$$\frac{32115,56}{3838,40} = 8,3669$$

6,27 = Distance entre les couples.

585683

167338

502014

52,460463 = La distance du centre de gravité au couple 27, pour toute la partie qui est entre 27 & W.

Maintenant, pour trouver le centre de gravité commun des trois parties : celle qui est entre 27 & W = 8022, 256 pieds cubes ; celle entre W & l'étrave = 60 ; entre 27 & l'étambot = 23 : le centre de gravité de la partie de l'avant, est 2 pieds de l'avant de la coupe W ; de 27 à W il y a 16 distances de 6,27 pieds chaque ;

par conféquent, la diftance totale de 27 à W = 100,32; ajoutez-y les 2 pieds, & la diftance du centre de gravité de la partie de l'avant à la coupe 27, fera de 102,32 pieds. Le centre de gravité de la partie entre 27 & W, eft à 52,46 pieds auffi en avant de ladite coupe 27; le centre de gravité de la partie de l'arriere eft en arriere de ladite coupe 27, de 1,2 pieds; donc :

* $\frac{102,32 \times 60 + 52,46 \times 8022,256 - 1,2 \times 23}{60 + 8022,256 + 23} = \frac{426959}{8105} = 52,678$ eft la quantité dont le centre de gravité du déplacement total eft en avant de la coupe 27, & par conféquent, il fera à 2,518 en avant de la coupe 3.

Trouver la diftance du Centre de gravité dudit Déplacement, au Plan de flottaifon fupérieur.

Pour y parvenir, on emploie la même regle : on aura facilement l'aire des fept plans de flottaifon que l'on emploie dans le calcul, comme on a employé l'aire des coupes. On fe fert des mêmes ordonnées, mais on les range dans un autre ordre, de maniere que celles qui font dans le plan de flottaifon fupérieur, forment une colonnes; celle du fecond plan de flottaifon, une autre; & ainfi fucceffivement.

Chaque plan de flottaifon a 17 ordonnées, elles fe multiplient comme il a été dit ci-devant, par 1, 4, 2, 4, &c. la derniere par 1; la fomme de ces produits fe multiplient par le tiers de 6,27, diftance entre les coupes, = 2,09.

On ajoute aux aires de chaque plan de flottaifon, celles des triangles qui fe trouvent vers l'étrave & l'étambot. *Voyez l'opération.*

* *Mech.* 261.

L'aire de chaque demi-plan de flottaison.						
Coupes	Ord.	Premiere ligne de flottaison.	Ord.	Deuxieme ligne de flottaison.	Ord.	Troisieme ligne de flottaison.
27	4, 67	1= 4, 67	2, 16	1= 2, 16	1, 25	1= 1, 25
24	8, 88	4= 35, 52	6, 16	4= 24, 64	3, 60	4= 14, 40
21	11, 14	2= 22, 28	9, 14	2= 18, 28	6, 58	2= 13, 16
18	12, 46	4= 49, 84	11, 00	4= 44, 00	8, 90	4= 35, 60
15	13, 30	2= 26, 60	12, 36	2= 24, 72	10, 72	2= 21, 44
12	13, 91	4= 55, 64	13, 19	4= 52, 76	11, 98	4= 47, 92
9	14, 35	2= 28, 70	13, 81	2= 27, 62	12, 81	2= 25, 62
6	14, 61	4= 58, 44	14, 18	4= 56, 72	13, 30	4= 53, 20
3	14, 75	2= 29, 50	14, 39	2= 28, 78	13, 64	2= 27, 28
Φ	14, 80	4= 59, 20	14, 40	4= 57, 60	13, 67	4= 54, 68
C	14, 79	2= 29, 58	14, 36	2= 28, 72	13, 53	2= 27, 06
F	14, 57	4= 58, 28	14, 06	4= 56, 24	13, 17	4= 52, 68
I	14, 16	2= 28, 32	13, 55	2= 27, 10	12, 48	2= 24, 96
M	13, 43	4= 53, 72	12, 58	4= 50, 32	11, 14	4= 44, 56
P	12, 10	2= 24, 20	10, 82	2= 21. 64	8, 98	2= 17, 96
S	9, 49	4= 37, 96	7, 80	4= 31, 20	5, 97	4= 23, 88
W	5, 00	1= 5, 00	3, 73	1= 3, 73	2, 59	1= 2, 59
		607,45		556,23		488,24
; de la distance entre les coupes		=2,09		= 2,09		= 2,09
		546705		500607		439416
		121490		111246		97648
		1269,5705		1162,5207		1020,4216
entre W & l'étrave		=15,00		= 11,19		= 7,77
entre 27 & l'étambot		= 9,34		= 4,32		= 2,50
Aire totale =		1293,91		1178,03		1030,69

Coupes	Ord.	quatrieme ligne de flottaison.	Ord.	cinquieme ligne de flottaison.	Ord.	Sixieme ligne de flottaison.
27	0, 86	1= 0, 86	0, 62	1= 00, 62	0, 45	1= 0, 45
24	2, 18	4= 8, 72	1, 47	4= 05, 88	0, 97	4= 3, 88
21	4, 02	2= 8, 04	2, 47	2= 04, 94	1, 48	2= 2, 96
18	6, 24	4= 24, 96	3, 81	4= 15, 24	2, 11	4= 8, 44
15	8, 37	2= 16, 74	5, 51	2= 11, 02	2, 98	2= 5, 96
12	10, 10	4= 40, 40	7, 33	4= 29, 32	4, 26	4= 17, 04
9	11, 30	2= 22, 60	9, 01	2= 18, 02	5, 75	2= 11, 50
6	12, 01	4= 48, 04	10, 04	4= 40, 16	7, 00	4= 28, 00
3	12, 40	2= 24, 80	10, 66	2= 21, 32	7, 90	2= 15, 80
Φ	12, 48	4= 49, 92	10, 78	4= 43, 12	8, 05	4= 32, 20
C	12, 30	2= 24, 60	10, 53	2= 21, 06	7, 72	2= 15, 44
F	11, 80	4= 47, 20	9, 81	4= 39, 24	6, 75	4= 27, 00
I	10, 81	2= 21, 62	8, 55	2= 17, 10	5, 38	2= 10, 76
M	9, 15	4= 36, 60	6, 72	4= 26, 88	3, 88	4= 15, 52
P	6, 83	2= 13, 66	4, 58	2= 9, 16	2, 53	2= 5, 06
S	4, 10	4= 16, 40	2, 68	4= 10, 72	1, 55	4= 6, 20
W	1, 70	1= 1, 70	1, 05	1= 1, 05	0, 60	1= 0, 60
		406,86		314,85		206,81
$\frac{1}{3}$ de la dist. entre les coupes =		2,09		2,09		2,09
		366174		283365		186129
		81372		62970		41362
		850,3374		658,0365		432,2329
entre W & l'étrave =		5,1		3,15		1,80
entre 27 & l'étambot=		1,7		1,20		0,80
Aire.		857,14		662,39		434,83

Coupes.	Ord.	Septieme ligne de flottaiſon.
27	0, 40	1= 0, 40
24	0, 67	4= 2, 68
21	0, 87	2= 1, 74
18	1, 10	4= 4, 40
15	1, 37	2= 2, 74
12	1, 78	4= 7, 12
9	2, 14	2= 4, 28
6	2, 63	4= 10, 52
3	2, 98	2= 5, 96
Φ	3, 00	4= 12, 00
C	2, 78	2= 5, 56
F	2, 40	4= 9, 60
I	2, 08	2= 4, 16
M	1, 57	4= 6, 28
P	1, 10	2= 2, 20
S	0, 77	4= 3, 08
W	0, 30	1= 0, 30
		83.02
$\frac{1}{3}$ de la diſt. entre les coupes =		2,09
		74718
		16604
		173,5118
entre W & l'étrave = 0,9		
entre 27 & l'étambot = 0,8		
Aire. 175,21		

Pour trouver à préſent la diſtance du centre de gravité au plan de flottaiſon ſupérieur, on emploie l'aire des plans de flottaiſon, comme on a employé l'aire des coupes pour avoir la diſtance du centre de gravité à la coupe 27, ou ſelon la longueur.

Lignes de flottaiſon	Aires des li. de flottaiſon					
1	1293, 91	1	1293, 91	0		
2	1178, 03	4	4712, 12	1	4712, 12	
3	1030, 69	2	2061, 38	2	4122, 76	
4	857, 14	4	3428, 56	3	10285, 68	
5	662, 39	2	1324, 78	4	5299, 12	
6	434, 83	4	1739, 32	5	8696, 60	
7	175, 21	1	175, 21	6	1051, 26	
			14735,28		34167,67	$= 2,3187$
$\frac{1}{3}$ de la diſt. entre les lig. de flottaiſon			0,54		14735,28	1,62 = diſt. entre les lig. de flott.
			7957,0512			3,756294 = la diſt. du centre de gravité, en-deſſous du plan de flott. ſupérieur, de la partie qui eſt entre le premier plan de flottaiſon & le ſeptieme.
entre la 7e lig. de flott. & la q.			= 147,95			
			8105	= ½ déplacement.		
			2			
			16210	= déplacement total.		

La diſtance du centre de gravité de la partie qui eſt entre le ſeptieme plan de flottaiſon & la quille, audit plan ſept = 0,4 pieds ; entre les ſept plans de flottaiſon, il y a ſix diſtances qui ſont enſemble 9,72 pieds ; 9,72 + 0,4 = 10,12 ; Donc

$\frac{3,756 \times 7957 + 10,12 \times 147,95}{7957,05 + 147,95} = \frac{31383,93}{8105} = 3,872$ qui eſt la diſtance du centre de gravité du déplacement au plan de flottaiſon ſupérieur, ou ſelon la profondeur.

CHAPITRE II.

§. 5.

De la stabilité, ou de l'effort en opposition à l'inclinaison.

IL est connu que la résultante de la force de l'eau pour porter le Vaisseau & pour s'opposer à l'inclinaison, passe par le centre de gravité du déplacement, & que la direction de cet effort est perpendiculaire à la surface de l'eau : par cette raison, si un Vaisseau est libre & en repos, son centre de gravité * est dans la direction moyenne, ou la résultante de la force de l'eau qui le supporte. Lorsque le Vaisseau est incliné, il doit tendre de soi-même à reprendre la situation où il étoit dans son repos ; c'est-à-dire, que le centre de gravité doit être tellement situé, que l'effort du poids du Vaisseau concoure avec celui de l'eau pour le redresser.

Ce concours d'efforts s'appelle *la stabilité*, & le point de stabilité ou le métacentre est le point, dans la coupe verticale longitudinale qui partage le Vaisseau en deux parties égales semblables, au-dessous duquel le centre de gravité du Vaisseau doit se trouver nécessairement, pour qu'il se tienne en quille.

Trouver dans un Vaisseau le point de stabilité, ou le métacentre.

Fig. 4.

Soit E le centre de gravité du déplacement d'un Vaisseau ; ADB une coupe verticale par le point E ; AB la ligne de flottaison, le Vaisseau droit ; soit GD une perpendiculaire à la ligne de flottaison, passant par le point E.

Comme la résultante de la force de l'eau, pour porter le Vaisseau, se trouve dans la ligne GD, il s'ensuit nécessairement que le centre de gravité du Vaisseau est aussi dans la même ligne.

Supposons que le Vaisseau reçoive une inclinaison infiniment petite, sans qu'elle augmente ou diminue le déplacement ; soit ab la ligne de flottaison pendant cette inclinaison. Il en résulte deux

* Quand nous dirons *le centre de gravité* purement & simplement, nous entendrons toujours parler du centre de gravité du Vaisseau considéré comme corps hétérogene, ou du systême de toutes les parties qui le composent ; lorsqu'il sera question du centre de gravité de la carene considérée comme homogene, nous ne manquerons pas de l'appeller *centre de gravité de déplacement*.

triangles égaux & semblables ; l'un CBb qui a passé au-dessus de l'eau, & l'autre CAa qui s'y est plongé : soit N & M le centre de gravité de ces triangles, & F le centre de gravité du déplacement lors de l'inclinaison ; tracez du point F la ligne FG perpendiculaire à la ligne ab ; elle rencontrera la ligne DG dans quelque point G.

G est le point de stabilité, ou le métacentre ; car si le centre de gravité se trouve au-dessous de ce point, le Vaisseau se tient droit ou tend à se redresser ; au contraire, s'il est au-dessus, il chavirera. Si ce centre de gravité est au même point que celui du déplacement E, alors le poids du Vaisseau agit à toute la distance FE contre l'inclinaison.

Comme les côtés du triangle GFE sont perpendiculaires aux côtés des triangles CAa, CBb, il s'ensuit qu'il est semblable à ces triangles, & par conséquent il est aisé de trouver son côté, ou la distance EG. Comme toutes les ordonnées CB du plan de flottaison supérieur sont supposées connues, de même que les distances entr'elles, on a $CB = AC = y$; on exprime la longueur du plan de flottaison par x dont la différentielle est $= dx$; $Bb = Aa = b$ * ; le déplacement du Vaisseau $= D$; de-là $NC = CM = \frac{2}{3}y$; & la solidité des petits prismes $CBb = \frac{bydx}{2}$.

Mais lors de l'inclinaison, le lieu du centre de gravité des petites parties qui se sont élevées d'un côté, & plongées de l'autre, a chang de [illegible] ce $NM = \frac{4}{3}y$: conséquemment les moments $\frac{bydx}{2} \times \frac{4}{3}y$ & $D \times EF$ sont égaux ** ; de-là $EF = \frac{2}{3}\frac{by^2dx}{D}$. On a $b : y :: \frac{2}{3} \times \frac{by^2dx}{D} : \frac{2}{3} \times \frac{y^3dx}{D}$, dont l'intégrale est $\int \frac{\frac{2}{3}y^3dx}{D} = GE =$ la distance du centre de gravité du déplacement au métacentre. Si on multiplie cette quantité par le déplacement D, on aura $GE \times D = \int \frac{2}{3}y^3dx$ qui sera le moment de stabilité lorsque le centre de gravité du Vaisseau sera dans le centre de gravité du déplacement.

---

* Est variable, & a seulement un rapport constant avec y : au surplus, cette quantité s'évanouit dans le calcul.

** En effet : que la distance du centre de gravité de la partie constante $ACbDA$ à GD soit $= d$; cette partie constante $ACbDA = D'$; $dD' - \frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y = 0 \times D$: donc $dD' = \frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y$. Dans le cas de l'inclinaison $dD' + \frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y = EF \times D$; substituant à dD' sa valeur $\frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y$, on a $\frac{4}{3}y \times \frac{bydx}{2} = EF \times D$.

§ 6.

Trouver la situation du Métacentre, par rapport au centre de gravité du déplacement.

On se servira de la régle (§ 1) que l'on a employée pour se procurer l'aire d'un plan, avec la différence que l'on emploie ici le cube des ordonnées au lieu des ordonnées simples. Dans le cas où il se trouve aux extrémités du plan de flottaison supérieur des triangles qui ne feroient point entrés dans le calcul, la formule $\int y^3 dx$ indique que pour de tels triangles, il faut multiplier le cube de la base par le quart de la hauteur ; on ajoute ces quantités à celle que l'on a trouvée pour la partie principale entre les ordonnées extrêmes.

Ordonnées de la flottaison supér.	Cubes des ordonnées.		
4,67	101,85	1	101,85
8,88	700,23	4	2800,92
11,14	1382,47	2	2764,94
12,46	1934,43	4	7737,72
13,30	2352,64	2	4705,28
13,91	2691,42	4	10765,68
14,35	2954,99	2	5909,98
14,61	3118,53	4	12474,12
14,75	3209,05	2	6418,10
14,80	3241,79	4	12967,16
14,79	3235,22	2	6470,44
14,57	3092,99	4	12371,96
14,16	2839,16	2	5678,32
13,42	2422,30	4	9689,20
12,10	1771,56	2	3543,12
9,49	854,67	4	3418,68
5,00	125,00	1	125,00
			107942,47
$\frac{1}{3}$ de la distance entre les coupes.			2,09
			97148223
			21588494
			225599,7623

produit de l'autre part. . 225599,7623
Triangle à l'avant de W. 188,00
Triangle à l'arriere de 27. 101,85

$$225889,61 = \int y^3 dx$$
$$2$$
$$451779,22 = 2\int y^3 dx.$$

$\frac{1}{3} \times 451779,22 = 150593,07 = \frac{1}{3}\int y^3 dx$ qui divisé par le déplacement 16210 $= 9,29 = \int \frac{\frac{1}{3} y^3 dx}{D}$. Si l'on soustrait de cette quantité la distance du centre de gravité du déplacement au plan de flottaison supérieur, il restera 5,418, dont le métacentre est au-dessus de la surface de l'eau quand le Navire est armé.

On vient de dire que la formule $\int y^3 dx$ indique, pour les triangles, qu'il en faut multiplier le cube de la base par le quart de la hauteur; c'est ce qu'on va démontrer.

Fig. 5. Soit ABC un triangle rectangle; DE parallele à la base AB; $CD = x$ & $DE = y$. Alors $dD : eF :: dx : dy :: CA : AB$, où l'on voit que $dx = \frac{CA \times dy}{AB}$, & $\int y^3 dx = \int \frac{CA \times y^3 dy}{AB}$: ils'en suit que $\int y^3 dx = \frac{CA\, y^4}{4BA}$: mais si $x = CA$, alors $y = BA$, & $\int y^3 dx = \frac{1}{4} CA \times BA^3$. C. Q. F. D.

On peut encore démontrer la même chose, en faisant la regle selon ce qui est enseigné (§ 1). Faites $AD = DC$; soit $AB = 2$: Alors $DE = 1$. Que $AD = DC$ soit égal à 1:

$\overline{2}\vert^3 = 8$	$8 \times 1 = 8$
$\overline{1}\vert^3 = 1$	$1 \times 4 = 4$
$\overline{0}\vert^3 = 0$	$0 \times 1 = 0$

$$\frac{12}{3} = 4 = \int y^3 dx \text{ pour le triangle } ABC.$$

Le cube de la base $= 8$, étant multiplié par $AC = 2$, on aura 16, dont le quart est $4 = \int y^3 dx$. C. Q. F. D.

§ 7.

Quand le centre de gravité de tout le Vaisseau se trouve absolument au même point que le centre de gravité du déplacement, alors

le moment de stabilité s'exprime exactement par $\frac{2}{3}\int y^3\,dx$. Mais comme il feroit fort extraordinaire qu'il se rencontrât que le centre de gravité de tout le systême, tant du poids de la coque & du gréement, que des autres poids hétérogenes, comme le plus ou le moins d'Artillerie, &c. dont le Vaisseau est chargé, se trouvât dans le centre de gravité du déplacement, on doit s'attendre qu'il sera plus bas ou plus haut, d'où le Vaisseau devient plus ou moins stable.

Supposons donc le poids du Vaisseau avec tout ce qu'il contient, partagé en deux parties; soit le centre de gravité d'une de ces parties dans le centre de gravité du déplacement E, & le centre de gravité de l'autre en H. *Fig. 6.*

Soit ADB une coupe verticale du Vaisseau, EH la ligne du milieu de cette coupe; E le centre de gravité du déplacement, quand le Vaisseau est droit, & F le centre de gravité du déplacement, quand il est incliné.

Si de F on trace une ligne verticale FG qui sera perpendiculaire à AB, supposée être la ligne de flottaison, cette ligne rencontrera la ligne EH en G; alors G sera le métacentre. De H on tire une ligne à plomb HI, & de E & G on trace les lignes * EF, GI perpendiculaires à GF, HI.

Soit le poids en $E = P$, & le poids en $H = Q$; le moment de stabilité sera $EF \times P - GI \times Q$; mais par rapport à la similitude des triangles, on peut aussi bien exprimer le moment de stabilité par $EG \times P - GH \times Q$, c'est-à-dire, $(P + Q) \times EG - EH \times Q$: or $(P + Q) \times EG = \int \frac{2}{3} y^3\,dx$ (§ 5): conséquemment le moment de stabilité doit s'exprimer par $\int \frac{2}{3} y^3\,dx - EH \times Q$.

§ 8.

Quand le poids P ne se trouve pas dans le centre de gravité E du déplacement, mais plus bas en quelque point L; que de L on trace la ligne LK perpendiculaire à GF, pour lors le moment de stabilité $= LK \times P - GI \times Q$, ou $GL \times P - GH \times Q$ *Fig. 6.*

* La perpendiculaire abaissée de E sur GF ne tombe pas nécessairement sur le point F, centre de gravité du déplacement lors de l'inclinaison; mais cette inexactitude n'influe pas sur la vérité de la démonstration: d'ailleurs les inclinaisons doivent être supposées fort petites.

$= (GE + EL) \times P - GH \times Q = GE \times (P + Q) + EL \times P - EH \times Q$, & enfin sera (§ 7) $\int \frac{2}{3} y^3 \, dx + EL \times P - EH \times Q$, d'où l'on peut tirer la regle générale :

Les momens de ſtabilité de deux Vaiſſeaux peuvent ſe comparer fort exactement, quoique la grandeur & la forme de ces Vaiſſeaux ſoient différentes, & que les poids ne ſoient pas de la même eſpece, quand on connoît la poſition deſdits poids en hauteur : *Lorſque le moment des poids eſt calculé, par rapport au centre de gravité du déplacement, tous ceux qui ſe trouvent au-deſſous de ce centre, forment des quantités poſitives, & ceux qui ſont au-deſſus, des quantités négatives : leur ſomme ajoutée à la formule* $\int \frac{2}{3} y^3 \, dx$ *donne le moment de ſtabilité.*

S. 9.

De l'augmentation de poids qui ſera miſe au fond du Vaiſſeau, & de l'augmentation de déplacement qui répond à ce poids : trouver l'effet qu'elles peuvent produire ſur le moment de ſtabilité, & en quel endroit l'addition de déplacement doit ſe faire.

Fig. 7. Suppoſons que l'eſpace $ARDSB$ exprime le déplacement $= D$, dont le centre de gravité eſt en E ; le métacentre eſt en G ; ſoit l'eſpace ou l'augmentation de déplacement $ARDTA + BSDOB = P$, & ſon centre de gravité en I.

Soit la demi-largeur du Bâtiment $= y$, $GE = a$, $GI = b$; alors la diſtance entre le métacentre * & le centre de gravité du déplacement après l'augmentation $= \frac{aD + bP}{D + P} = GK$. Que le poids au-deſſus de l'eau $= Q$, & que ſon centre de gravité ſoit en H ; faites $GH = c$; le nouveau poids qui eſt égal à l'augmentation de déplacement $= P$; que ſon centre de gravité ſoit en L ; faites $KL = z$; le moment de ſtabilité de $ARDSB = \int \frac{2}{3} y^3 \, dx - (a + c) \, Q$ (§ 7) ; mais le moment de ſtabilité du Vaiſſeau après l'augmentation $ATDOB$ avec le poids en $L =$ ** $\int \frac{2}{3} y^3 \, dx + zP - \frac{aD + bP}{D + P} \times Q - cQ$ (§ 8). Tout dépend de la grandeur

* *Le métacentre* avant l'augmentation de déplacement.

** Il manque un terme dans cette formule. On y voit le moment de P réſidant

des quantités $- a\,Q$ & $\zeta\,P - \frac{a\,D + b\,P}{D+P} \times Q$ qui restent après avoir effacé les termes égaux.

---

dans son centre de gravité L; on y voit celui de Q en H : ces deux poids ne forment pas toute la charge du Vaisseau ; Q est celui au-dessus de la flottaison ; P est celui qui a rapport à l'augmentation de déplacement. Il y a encore un autre poids qui est $D - Q$ qui n'a point cessé de résider dans le centre de gravité E du déplacement avant qu'il ait reçu une augmentation. Je pense que M. de Chapman n'en a pas fait mention dans son calcul, parce qu'il l'a supposé dans le centre de gravité, & par conséquent multiplié par o. Mais il n'est pas dans le nouveau centre de gravité K, où se rapportent les momens des autres poids : ainsi la formule devroit être $\frac{2}{1} \int y^3\,dx + \zeta\,P - \frac{a\,D + b\,P}{D+P} \times Q - c\,Q - (D - \zeta) < EK$, que l'on pourroit réduire à une expression plus simple.

Cependant M. de Chapman bâtit sur ce fondement un systême de construction qu'il paroît effectivement avoir adopté pour tous ses Bâtimens de marche. Ne pouvant nous en tenir à sa conclusion, établissons de nouveau la proposition :

Deux Vaisseaux étant de même rang, d'égales dimensions principales, de même déplacement, ayant même plan de flottaison si l'on donne plus d'acculement de varangue à l'un de ces Vaisseaux, retrouvant ses capacités par une augmentation de largeur, ou un renflement à commencer vers le niveau du lest allant à la flottaison ; la stabilité en sera-t-elle augmentée ?

On trouve en note dans mon *Essai sur l'Architecture Navale, p. 23*, la reponse à cette question, que nous devons à M. le Chev. de Borda. Dans le Vaisseau qui a le plus de varangue, le centre de gravité du lest & celui de la charge se trouvent plus bas que dans le Navire qui a beaucoup d'acculement : combinant la quantité d'abaissement de ces centres de gravité, avec la pesanteur de ces deux élémens (la charge & le lest), on voit que le Vaisseau qui a le plus de varangue, a une stabilité plus considérable, ou moindre que celle de celui qui a beaucoup d'acullement, ou qui lui est égale, selon que *le rapport de la pesanteur spécifique de la charge à celle de l'eau de mer, multiplié par la quantité d'abaissement de son centre de gravité, plus le rapport de la pesanteur spécifique du lest aussi à celle de l'eau de mer, multiplié de même par la quantité d'abaissement de son centre de gravité : selon, dis-je, que la somme de ces deux termes est plus grande ou moindre que la quantité d'abaissement du centre de gravité de la partie variable de la carene, considérée comme homogene ; ou est égale à cette quantité.*

Cette verité mene à une formule d'un usage facile. On suppose $m =$ le rapport de la pesanteur spécifique de la charge à celle de l'eau de mer ; n le rapport de la pesanteur du lest aussi à celle de l'eau de mer ; $p'\,i' =$ la quantité d'abaissement de la charge, & $i'\,o' =$ celle du lest.

On a $(m - 1) \times p'\,i' + (n - 1)\,i'\,o'$ qui est positif, égal à o, ou négatif ; si cette quantité est positive, la stabilité du Vaisseau qui a le plus de varangue, est la plus grande ; si elle est égale à o, elle est la même ; si elle est négative, elle est moindre.

Dans un Vaisseau de 74 canons, on peut supposer $p'\,i' = 5$ pieds ; $i'\,o' =$ un pied ; $m = \frac{1}{2}$; $n = 5$: ainsi, substituant ces valeurs dans la formule $(m - 1) \times p'\,i' + (n - 1)\,i'\,o'$, on a $(\frac{1}{2} - 1) \times 5 + (5 - 1) \times 1 = + 1\,\frac{1}{2}$; on trouveroit de même que cette formule donneroit une quantité positive pour tous nos Vaisseaux de guerre & Frégates. La varangue leur donne donc de la stabilité. Il n'en est pas de même pour les Bâtimens qui n'ont pas ou que peu de lest : ceux faits pour porter peu d'Artillerie, tels que Paquebots ou Bâtimens de plaisance, gagnent à avoir un acculement considérable. Quant aux Bâtimens de charge, on les construit de par-tout le plus plein qu'il est possible ; mais ils feroient aussi dans le cas de gagner en stabilité, s'il y avoit moyen d'en augmenter l'acculement,

Supposons $-aQ = zP - \frac{aD+bP}{D+P} \times Q$; alors $z = (b-a) \times \frac{Q}{D+P}$; donc si z est plus grande que cette quantité, la stabilité sera plus grande. Ainsi plus la distance $b - a$ ou EI diminue, plus grand est l'effet du nouveau poids pour la stabilité ; & si l'augmentation de déplacement est située de maniere que son centre de gravité soit en E, alors le moment de stabilité est augmenté de tout $KL \times P$. Si au contraire z est moindre que $(b-a) \times \frac{Q}{D+P}$, la stabilité est moindre ; ce qui arrive quand l'augmentation de déplacement se trouve en bas ou vers la quille.

Dans tout ceci on a toujours supposé le centre de gravité L du poids P constant, & le plan de flottaison le même : mais si l'on veut que z soit telle que $b - a$ soit constant, & que le centre de gravité L descende, la stabilité augmentera d'un côté en ce que z devient plus longue ; mais elle est moindre de l'autre, d'autant plus que HK est plus longue que HE.

On doit conclure de tout ceci, que comme il faut donner à un Vaisseau toute la stabilité possible, il convient de l'élargir près de la flottaison, de maniere à élever le centre de gravité du déplacement ; ayant moins d'égard à l'emplacement du lest, particuliérement parce qu'on suppose ce lest d'une pésanteur spécifique telle qu'il contient peu d'espace : attention qu'il faut avoir principalement pour les Vaisseaux qui ont beaucoup de poids dans les hauts.

CHAPITRE III.

Du centre de gravité du Vaisseau même, ou consideré comme un corps hétérogene.

§ 10.

ON peut poser comme un axiome, qu'un corps mis en mouvement tourne autour de son centre de gravité, * autant qu'aucune

* *Traité du Navire*, page 329.

force

force étrangere ne l'en empêche, & que l'effort qui l'a mis primitivement en mouvement, ne le force pas de tourner autour d'un autre point. Voyons premiérement l'effet que la force résidant dans ce centre de gravité, produit sur le tangage & sur le roulis du Vaisseau.

Supposons pour cela *ADB* la coupe d'un Vaisseau; *AB* la ligne de flottaison; *E* le centre de gravité de tout le Vaisseau; & *G* le métacentre. Supposons encore qu'un poids ou autre effort en *B* agisse dans la direction *BH*, contre le côté du Vaisseau, de maniere à lui donner l'inclinaison *ab*. Le moment de l'effort qui produit l'inclinaison est dans le rapport de la distance *EH*, & le moment de l'effort qui tend à faire revenir le Vaisseau dans sa position verticale, est dans le rapport de la distance *EG* (§ 5); & comme ces efforts agissent en sens contraires, il en résulte un mouvement qu'on appelle *roulis*; & les effets des forces qui le produisent sont comme la somme de *EH* & *EG*. Mais le Vaisseau pendant l'inclinaison doit tourner autour de son centre de gravité, & son poids ou son déplacement doit être le même dans l'inclinaison que lorsqu'il est droit, ce qui ne peut être sans que le Navire, & par conséquent son centre de gravité *E*, s'éleve de la quantité *eE* égale au sinus verse de l'angle *Geg*, le rayon étant *EG*. Il s'ensuit que l'effort qui a produit l'inclinaison étant cessé, le Vaisseau tombe de tout son poids selon la verticale, d'une hauteur *Ee*. Cette chûte s'accélere pendant que la résultante de la poussée verticale de l'eau agit sur le métacentre *G*; & comme le roulis peut aller jusqu'à trente dégrés d'un bord à l'autre, alors la distance *eE* devient considérable, & le mouvement de roulis très-vif. *Fig. 8.*

Le roulis n'a guere lieu que lorsque l'on fait vent-arriere, & le Navire roule plus lorsque, peu auparavant, le vent a soufflé d'un autre partie: comme la lame continue d'aller dans cette direction, le Vaisseau roule, quoiqu'il ne paroisse pas faire beaucoup de mer. Mais ces roulis ne sont pas très-forts, & s'operent à peu-près en tems égaux.

Si le centre de gravité *E* du Vaisseau étoit dans le plan de flottaison, & la distance *EG* la même qu'auparavant, les roulis seroient moindres & ne seroient point aussi durs que quand ce point est plus bas, par les deux raisons suivantes. *Fig. 9.*

Premiérement, EH est moindre; ainsi l'effort qui, agissant en B selon BH, souleve le côté du Vaisseau, ne peut produire une inclinaison aussi grande que quand le centre de gravité est plus bas, puisque la somme de EH & EG est moindre.

Secondement, le centre de gravité se trouvant dans le plan de flottaison, le Vaisseau peut se mouvoir d'un bord à l'autre, sans que ni le Navire ni son centre de gravité, s'éleve ou s'abaisse; & alors les especes de secousses, dont nous venons de parler, n'ont pas lieu.

On doit donc conclure de-là que le mouvement de roulis est plus uniforme & plus exempt de secousses, lorsque le centre de gravité du Vaisseau se trouve dans le plan de flottaison, ou qu'il en est près.

Et comme cette position du centre de gravité a le même effet, par rapport au tangage, il s'ensuit que c'est le lieu où il convient de le placer.

Mais si différentes circonstances ne permettent pas que le centre de gravité se trouve dans le plan de flottaison, il faut au moins faire ensorte de l'en rapprocher autant qu'il est possible. On peut encore ajouter à ceci, que comme la quille & les parties basses de l'avant & de l'arriere qui sont le plus taillées, contribuent beaucoup à la diminution du roulis par une opposition directe de leur surface à l'eau, plus ces parties seront éloignées de l'axe de rotation, plus grand sera l'effet qu'elles operent pour la diminution du roulis, & par cette nouvelle raison encore, le centre de gravité se trouvant dans la flottaison, le Bâtiment doit moins rouler.

Et aussi, comme le roulis dépend en partie de la distance EH, la forme du côté du Vaisseau, vers le plan de flottaison, influe sur son mouvement; lorsque cette forme est telle que BH coupe la ligne du milieu dans un point plus élevé, le Vaisseau doit rouler davantage, ce que l'expérience vérifie.

§ 11.

Fig. 8 & 9. Le mouvement angulaire du Vaisseau autour de son centre de gravité, étant arrêté dans le point g (§ 10) par un effort qui agit dans la direction Fg, & est égal au poids du déplacement ou de tout le Vaisseau, il est clair que le métacentre g ou G peut être

regardé comme le centre de percussion : mais comme le Vaisseau, sans nouvelle opposition, doit osciller autour de son centre de gravité E, alors cette oscillation doit être considérée comme le mouvement d'un pendule, dont l'oscillation seroit isochrone avec celle du Vaisseau ; ainsi le point G doit aussi être regardé comme centre d'oscillation, d'autant mieux que ces deux points (le centre d'oscillation & le centre de percussion) doivent être dans le même lieu *, relativement au centre de gravité, en même-tems centre de rotation ou point de suspension. Les centres de percussion & d'oscillation ne sont pas dans tous les cas dans le même lieu ** ; mais comme ici les momens des poids autour de ces centres sont absolument les mêmes, on peut, sans courir risque d'une grande erreur, en considérer les mouvemens, tant à l'égard de l'un qu'à celui de l'autre.

Soit ABD un plan sans pésanteur. Supposons plusieurs poids P, Q, R, S, fixés dans ce plan ; que leur centre de gravité commun soit en G ; le point de suspension en O ; & le centre d'oscillation en C. Pour lors la longueur du pendule OC $=$ *** $\frac{P \times \overline{OP}^2 + Q \times \overline{OQ}^2 + R \times \overline{OR}^2 + S \times \overline{OS}^2}{OG \times (P+Q+R+S)}$; OC est aussi égal à ¶ $OG + \frac{P \times \overline{GP}^2 + Q \times \overline{GQ}^2 + R \times \overline{GR}^2 + S \times \overline{GS}^2}{OG \times (P+Q+R+S)}$, d'où † $CG = \frac{P \times \overline{GP}^2 + Q \times \overline{GQ}^2 + R \times \overline{GR}^2 + S \times \overline{GS}^2}{OG \times (P+Q+R+S)}$ (Simpsons flux. Tom. I. *page* 215 & 216) : les mêmes expressions appartiennent au centre de percussion. *Fig. 10.*

Par ces valeurs de OC, la longueur du pendule, on voit qu'elles deviennent plus grandes quand les poids P, Q, R, S sont plus éloignés du milieu.

Des seconde & troisieme expressions il résulte que, si un corps se meut autour de son centre de gravité, le centre d'oscillation n'en demeure pas moins dans le même lieu.

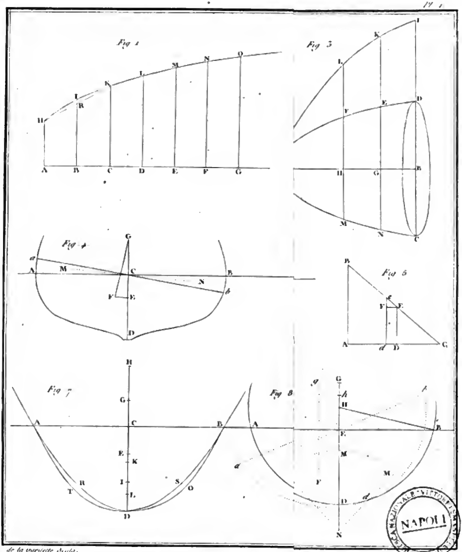
---

* *Mich.* 599.
** *Mich.* 611.
*** *Mich.* 599.
¶ *Mech.* 598
† *Traité du Navire*, page 330.

Et dans la derniere expreſſion, on reconnoît que la diſtance entre le centre de gravité & le point de ſuſpenſion eſt toujours en raiſon inverſe de la diſtance entre le centre de gravité & celui d'oſcillation. Comme le Vaiſſeau ſe meut autour de ſon centre de gravité E, & que le centre d'oſcillation eſt dans le métacentre G, il eſt clair qu'on peut imaginer un point N, qu'on conſidérera comme point de ſuſpenſion, & que la diſtance de ce point au centre de gravité E, eſt égal au quotient de la ſomme de tous les poids multipliés chaque par le quarré de leur diſtance au centre de gravité; cette ſomme diviſée par la ſomme de tous les poids ou le déplacement, multipliée par EG, diſtance entre le centre de gravité & le métacentre. Par cette raiſon, plus on peut éloigner les poids du centre de gravité, ou, ce qui eſt la même choſe, les porter proche le bord du Vaiſſeau, (toutefois ſans que le centre de gravité change par rapport au métacentre G) plus grande devient la diſtance NE; par conſéquent, les mouvemens de roulis ſont plus lents, puiſque toute la longueur NG, diſtance entre le point de ſuſpenſion & le centre d'oſcillation, eſt égale au quotient de la ſomme de tous les poids multipliée par leur diſtance au point de ſuſpenſion; cette ſomme diviſée par la ſomme de tous les poids ou le déplacement, multipliée par NE, ou la diſtance du centre de gravité au point de ſuſpenſion; de maniere que tous les poids M, M qui ſont à la même diſtance du point N, produiſent le même effet ſur le roulis du Vaiſſeau. Si à préſent on conſidere le métacentre G ou g comme centre de percuſſion, il eſt clair que plus la diſtance EG ou Eg ſera grande, plus conſidérable ſera la force qui redreſſe le Vaiſſeau; mais ſi le métacentre eſt rapproché du centre de gravité E, par exemple, s'il ſe trouve en h, alors la diſtance NE ſera en raiſon inverſe de EG à Eh; c'eſt-à-dire, que *plus le centre de gravité eſt près du métacentre, plus* N E *eſt long; par conſéquent, le mouvement de roulis eſt plus lent & moins dur.*

Fig. 8 & 9.

La recherche, d'après ces principes, de la diſtance du point de ſuſpenſion au centre de gravité ou au métacentre, jetteroit dans de longs calculs, puiſqu'il y faudroit faire entrer la mâture, le gréement, &c. D'ailleurs cette recherche n'eſt pas fort néceſſaire; il ſuffit que l'on connoiſſe les cauſes qui operent les roulis plus ou moins vifs, & la maniere, ſinon de les détruire abſolument, au moins de les diminuer en partie.



de la Gardette Sculp.

Il eſt au ſurplus très-difficile de faire un Vaiſſeau qui en même tems ſoit ſtable & ait des mouvemens de roulis doux, parce que l'augmentation de la diſtance *E G* qui augmente la ſtabilité, contribue auſſi à augmenter les mouvemens de roulis. Et la difficulté augmente pour les Vaiſſeaux de charge où il faut, avec de l'économie dans la conſtruction, la faculté de porter la plus grande charge poſſible. Les Vaiſſeaux de cette eſpece doivent être fort pleins dans les fonds, & n'avoir que peu de hauteur au-deſſus de l'eau par rapport à la largeur. Un Navire de cette conſtruction aura ſon centre de gravité de déplacement fort bas, par conſéquent le métacentre. Par cette raiſon, il faut faire deſcendre le plus qu'il ſera poſſible le centre de gravité de la charge, pour que le Vaiſſeau puiſſe avoir une ſtabilité ſuffiſante. D'où il réſulte que le centre de gravité commun du Vaiſſeau & de la charge ſe trouvera très-bas, & occaſionnera (§ 10) des roulis & ſecouſſes auxquels on peut remédier en partie, en mettant le plus qu'il ſera poſſible les plus grands poids ſur les aîles.

Il y a encore un moyen d'adoucir le mouvement de roulis dans les Vaiſſeaux de charge. Comme il faut, pour l'économie, les faire naviguer avec peu de monde, il leur faut peu de voilure, ce qui permet de mettre peu de diſtance entre le centre de gravité & le métacentre.

Au contraire, les Vaiſſeaux qui ne ſont pas conſtruits pour la charge, par exemple, les Vaiſſeaux de guerre, Frégates, &c. (qui ſont conſtruits pour la marche, & qui n'ont pas beſoin d'être remplis dans les fonds) peuvent avoir une longueur, une largeur, & être conſtruits d'une maniere telle que le centre de gravité ſoit plus haut.

Pour cela, le métacentre doit avoir une hauteur au-deſſus de l'eau à permettre que le centre de gravité commun du Vaiſſeau & de tous les poids qu'il contient, puiſſe ſe trouver dans le plan de flottaiſon ou fort près, en lui laiſſant une ſtabilité ſuffiſante contre les inclinaiſons; & cette hauteur du métacentre d'un autre côté doit être bornée par la conſidération du roulis qui en dépend. La diſtance du métacentre au centre de gravité de tout le Navire (pour lui donner la ſtabilité ſuffiſante) n'a pas beſoin, même pour les plus grands Vaiſſeaux de ligne, d'être de plus de ſix pieds; & avec cette diſtance les mouvemens de roulis ſont ſupportables.

§ 12.

Dans les deux derniers paragraphes on a vu que le centre de gravité du Vaiſſeau, par rapport à la hauteur, doit être dans le plan de flottaiſon ou le plus près qu'il eſt poſſible. Il nous reſte à voir ſa poſition par rapport à la longueur.

Comme la longueur du Vaiſſeau eſt fort grande, relativement à ſa largeur, le métacentre, par rapport à cette premiere dimenſion, doit être conſidérablement élevé, ſur-tout dans les Bâtimens qui, ayant beaucoup de plan de flottaiſon, ſont fort taillés ſous l'eau de l'avant & de l'arriere; par conſéquent, la verge du pendule, dont les oſcillations ſont ſynchrones avec celle du Vaiſſeau, ſera très-longue, ſur-tout ſi les poids étant portés aux extrémités, le point de ſuſpenſion ſe trouve très-bas *.

Mais ſi l'on conſidere d'ailleurs le centre d'oſcillation ou le métacentre comme centre de percuſſion, les extrémités du Vaiſſeau plongent à peine qu'il revient avec beaucoup de vivacité, & que ce mouvement finit tout de ſuite.

Le Vaiſſeau a cependant un mouvement ſelon ſa longueur tel que ſes extrémités s'élevent & s'abaiſſent, mais ce mouvement n'eſt autre choſe que l'effet du choc des lames qui élevent l'avant du Navire qui retombe lorſque la lame l'a dépaſſé. Ce mouvement ceſſeroit tout de ſuite s'il ne ſuccédoit une nouvelle vague qui éleve encore l'avant du Vaiſſeau.

Quand un Vaiſſeau eſt au plus près, de maniere qu'il va à la rencontre de la lame, & que, lorſqu'elle a paſſé l'avant, le Bâtiment tombe avec vivacité, ayant beaucoup de difficulté à s'élever ſur la lame qui ſuccede, on dit que ce Navire eſt *canard.* Ce défaut non-ſeulement retarde beaucoup la marche, mais même fatigue prodigieuſement la mâture par la force des ſecouſſes. Quand c'eſt la partie de l'arriere qui tombe rudement, on dit que le Vaiſſeau *acculé.* Ce mouvement provient de la même cauſe, & a les mêmes inconvéniens.

Le corps du Vaiſſeau ſouffre beaucoup, tant de ce mouvement de tangage de l'avant à l'arriere, que de la vivacité des roulis;

---

* *Traité du Navire*, page 243.

toutes ses parties travaillent, tendent à se délier. C'est un inconvénient qu'il faut prévenir.

Il n'est pas difficile de sentir la raison du mouvement de tangage de l'avant à l'arriere. Lorsque la lame a passé la partie de l'avant du Vaisseau, qu'elle est arrivée vers le milieu, il reste un grand vuide sous la proue où le Navire n'est pas soutenu; il doit donc se précipiter avec un certain moment de force, qui est le produit des poids de l'avant multiplié par leur distance au point où le Vaisseau est suffisamment porté.

Cette sorte de mouvement est plus forte dans les Vaisseaux qui sont très-pleins vers la flottaison de l'avant & de l'arriere, & fort évidés au-dessous : mais si les poids de l'avant sont transportés plus près du milieu, le moment avec lequel le Navire se plonge dans cette partie sera moindre, & non-seulement ce mouvement devient moins vif, mais encore les lames qui rencontrent de nouveau l'avant du Bâtiment, ont moins de peine à le relever : on peut dire la même chose pour la partie de l'arriere. Ainsi, l'on voit que tous les poids doivent être rapprochés le plus qu'il est possible du milieu des Vaisseaux, d'où l'on peut conclure que le centre de gravité devroit être au milieu dans le sens de la longueur *.

Mais une circonstance empêche que ce centre de gravité puisse être au milieu de la longueur; c'est le poids du mât de misaine, de son gréement, du beaupré, des ancres, &c.; lesquels poids ne pouvant être placés ailleurs, le centre de gravité de nécessité se trouvera de l'avant. Mais il ne doit pas l'être davantage qu'à un centieme de la longueur du Vaisseau, de l'étrave à l'étambot, en avant du milieu.

Il ne faut pas oublier d'observer qu'il convient que le centre de gravité du plan de flottaison & celui du Vaisseau soient dans la même verticale; car quand le Vaisseau navigue au plus près, & incline d'un côté, si le plan de flottaison est plus plein de l'arriere que de l'avant, comme le Vaisseau doit conserver la même quantité de déplacement, il aura aussi une inclinaison de l'avant. Il est vrai qu'il gagneroit quelque chose du côté de la stabilité par cette

* La configuration ordinaire des carenes est telle que le centre de gravité du déplacement est en avant du milieu; & comme celui du Vaisseau doit être dans la verticale passant par celui de déplacement, il doit être aussi en avant du milieu.

augmentation du plan de flottaison, suivant la formule $\int \frac{2}{3} y^3 dx$ (§ 5): mais cette inclinaison sur l'avant étant un inconvénient qu'il faut éviter, il faudra plutôt, s'il est nécessaire, faire cette augmentation de largeur au milieu. Au surplus, ce n'est pas un grand défaut que le centre de gravité du plan de flottaison supérieur soit un peu en arriere du centre de gravité du Vaisseau ou du déplacement.

A présent il est question de rechercher le lieu où doit être ce centre de gravité, relativement à la qualité de bien gouverner.

Quand le Vaisseau navigue avec des vents qui dépendent d'un côté ou qui viennent un peu de l'avant, & qu'alors il est au plus près, communément il est ardent, par la raison que la résultante de la résistance latérale de l'eau passe un peu à l'avant de son centre de gravité.

Si cette résultante passoit trop de l'avant, ce seroit un inconvénient auquel on pourroit remédier, en donnant plus de tirant-d'eau de l'arriere. Plus le Vaisseau a de vîtesse, plus cet effet est sensible, & on ne peut tenir le Vaisseau en route qu'au moyen du gouvernail.

On sait que si un corps reçoit un choc entre l'une de ses extrémités & son centre de gravité, il tourne autour d'un point qui est de l'autre côté du centre de gravité. Ainsi, quand le Vaisseau ressent l'effet de son gouvernail plus que celui de l'eau sur la partie latérale de l'avant, il tourne autour d'un point qui est de l'avant du centre de gravité. Mais si l'on ne se sert point du gouvernail, & que l'effet de l'effort de l'eau soit en avant du centre de gravité, le centre de rotation sera en arriere de ce centre de gravité; & quand la résistance de l'eau de l'avant & son action sur le gouvernail agissent ensemble, & pour faire tourner le Vaisseau dans le même sens, ce qui a lieu lorsque l'on vire de bord vent-devant, le centre de rotation est alors dans la verticale du centre de gravité; ou très-près, de l'arriere ou de l'avant, selon celui des effets qui est plus grand que l'autre. Si le centre de gravité étoit donc juste au milieu, & que le Navire fût de soi-même ardent, le mouvement de rotation seroit plus prompt; car la résistance que les deux extrémités éprouvent de la part de l'eau, pendant que le Navire vire de bord, est dans le rapport des quarrés de leur distance au point de rotation, & cette quantité est un * *minimum* lorsque le point de rotation est au milieu.

* *Mech.* 598.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE IV.

De la résistance que le Vaisseau en mouvement éprouve de la part de l'eau.

Quand le Vaisseau est en repos, la pression de l'eau sur ses deux extrémités est égale ; mais aussi-tôt qu'il est poussé par quelque force, la pression augmente du côté opposé à l'effort, & diminue de celui où cette force agit ; ce que nous ferons voir ci-après.

Si on met un plan en mouvement dans l'eau, la résistance est la plus forte quand la direction suivant laquelle il est mu, est perpendiculaire à ce plan, & elle diminue s'il prend une situation oblique par rapport à la direction de son mouvement.

Ainsi, les corps de différentes formes ou convexités, avec des bases égales, éprouvent une résistance différente.

Il n'y a point de difficulté pour exprimer la résistance qu'éprouve un corps qui en choque un autre ; mais il n'est pas également aisé d'exprimer l'effet que les milieux operent sur les corps qui y sont mus. L'effet du choc des corps entr'eux est assujetti à des loix connues en méchanique, mais celui des milieux sur les corps dépend de causes physiques qui nous échapent.

Pour surmonter cette difficulté, on a pris le parti d'imaginer le fluide composé de particules globuleuses, infiniment petites, qui se suivent de très-près & choquent successivement le corps, comme par exemple :

§ 13.

Soit ABC un triangle rectangle : supposons que le fluide, ou une particule du fluide, choque le côté AB de ce triangle dans une direction parallele à AC, de A en C, avec la vitesse ED. *Fig.* 11.

Si à présent ED exprime la résistance absolue de la base BC, cet effort se décompose en deux autres EF perpendiculaire, & DF parallele à AD. Comme l'action selon DF est nulle, puisque le fluide coule le long de AB, il n'y a donc que EF qui agisse sur le triangle & dans une direction perpendiculaire à AB ; ainsi, cette force doit se décomposer en deux autres FG perpendiculaire, & EG parallele à AC ; FG est la force latérale qui pousse le triangle

de B en C : mais EG exprime la force directe qui agit sur le côté AB, & par conséquent la résistance : ainsi, la résistance absolue au point D est à la résistance relative, comme DE est à EG; mais $DE : EG :: (DE)^2 : (EF)^2$: & puisque le nombre de particules qui peuvent choquer le côté AB dans la direction ED, est égal à celui qui compose BC, & qu'à cause de la similitude des triangles DEF, ABC, on a $DE : EF :: AB : BC$, le rapport de la résistance directe sur tout le triangle, à la résistance absolue, $= \frac{(BC)^2}{(AB)^2} BC$.

Fig. 12. Fondé sur ce principe, on a trouvé la ligne connue de moindre résistance GFB qui est de telle nature, qu'en faisant une révolution sur son axe AD, il en résulte un solide $AGBD$ qui doit éprouver moins de résistance de la part de l'eau que quelque corps que ce soit, de même longueur AD, & de même base BC. Comme ce problême se trouve traité par différens Auteurs, je donnerai ici seulement la construction de la ligne.

Si $AE = x$, $EF = y$, l'équation sera * $y\,dy^3\,dx = a \times (dx^2 + dy^2)^2$. (Voyez simpsons flux. *Art.* 413).

On a trouvé que la valeur de l'angle AGF est d'une fois & demie l'angle droit ** ou de 135 dégrés. Soit $v = \frac{dx}{dy}$; alors $dx = v \times dy$ & $dx^2 = v^2 \times dy^2$. Substituant la valeur de dx^2 dans l'équation, on aura $v\,y\,dy^4 = a\,(v^2 dy^2 + dy^2)^2$, ou $vy = a \times (v^4 + 2v^2 + 1)$: delà $y = a \times (v^3 + 2v + \frac{1}{v})$, & $dy = a\,(3v^2 dv + 2dv - \frac{dv}{v^2})$, & aussi $dx = a \times (3v^3 dv + 2v\,dv - \frac{dv}{v})$, dont l'intégrale ou $x = a\,(\frac{3}{4}v^4 + v^2 - lv) + C$. Lorsque $v = 1$, alors $x = 0$ par la propriété mentionnée ci-dessus; d'où $\frac{7}{4}a + C = 0$, & $C = -\frac{7}{4}a$; de-là $x = a \times (\frac{3}{4}v^4 + v^2 - \frac{7}{4} - lv)$. Supposant $a = 1$, la plus petite ordonnée AG sera $= 4$. Si, en partant de 1, on donne successivement des valeurs à v, & qu'on les mette dans les équations de x & y, on en aura les valeurs suivantes ***.

---

* *Méch.* 428, *page* 75, lig. 2 & 3, ou *page* 76, lig. 9 de l'édition faite en 1770.

** Je ne sais où on a pris cela; il en résulte pour la constante dans la valeur de x, $-\frac{7}{4}a$; & cette constante, suivant le Pere Renau, (Analyse démontrée, *page* 402,) $= -\frac{7}{12}a$: il en est de même dans le traité du Navire, *page* 580 : aussi, *page* 581, pour les ordonnées 4,96, 7,04, 9,99, &c., trouve-t-on les abscisses 1,85, 4,68, 9,56, &c.; & dans la table ci-après, les abscisses correspondantes aux mêmes ordonnées sont 1,053, 3,892, 8,775, &c.

*** Voyez l'Analyse demontrée du Pere Renau, *page* 402, & pour ce qui concerne la loga-

$v = 1{,}00 \begin{cases} x = 0 \\ y = 4 \end{cases}$	$v = 1{,}06 \begin{cases} x = 0{,}262 \\ y = 4{,}254 \end{cases}$	$v = 1{,}1 \begin{cases} x = 0{,}453 \\ y = 4{,}440 \end{cases}$
$v = 1{,}2 \begin{cases} x = 1{,}053 \\ y = 4{,}961 \end{cases}$	$v = 1{,}3 \begin{cases} x = 1{,}820 \\ y = 5{,}566 \end{cases}$	$v = 1{,}4 \begin{cases} x = 2{,}655 \\ y = 6{,}258 \end{cases}$
$v = 1{,}5 \begin{cases} x = 3{,}892 \\ y = 7{,}042 \end{cases}$	$v = 1{,}6 \begin{cases} x = 5{,}255 \\ y = 7{,}921 \end{cases}$	$v = 1{,}7 \begin{cases} x = 6{,}873 \\ y = 8{,}901 \end{cases}$
$v = 1{,}8 \begin{cases} x = 8{,}775 \\ y = 9{,}987 \end{cases}$	$v = 2 \begin{cases} x = 13{,}557 \\ y = 12{,}500 \end{cases}$	$v = 2{,}2 \begin{cases} x = 19{,}900 \\ y = 15{,}502 \end{cases}$

$AE = x$, $EF = y$. Si de A on porte fur AD toutes les valeurs de x & fur les ordonnées correfpondantes AG, EF, &c. les valeurs de y, on aura la ligne GFB, qui, comme nous l'avons dit, faifant une révolution fur fon axe AD, produira un folide, lequel éprouvera moins de réfiftance que tous corps de même longueur AB, & de même bafe BD. *Fig. 13.*

Si ce folide eft terminé par un cône AHG dont la bafe $= AG$, la réfiftance en fera confidérablement diminuée.

On verra par le paragraphe fuivant la quantité de réfiftance qu'un pareil corps peut éprouver de la part du fluide.

§ 14.

Lorfqu'un corps eft en repos dans l'eau, il reçoit une preffion dans tous les points de fa partie fubmergée qui eft perpendiculaire à fa furface, & dans le rapport de la profondeur de la partie preffée, au-deffous de la flottaifon.

Ceci eft un fait d'expérience qu'il ne faut pas perdre de vue : mais avant d'aller plus loin pour la recherche de l'expreffion de la réfiftance qu'éprouve un corps qui eft pouffé dans l'eau, il faut obferver ce qui arrive à un Vaiffeau qui cingle ou qui eft mu par quelque force que ce foit.

Qu'un Navire ABC foit mis en mouvement dans une eau tran- *Fig. 14.*

rithmique, *page* 313 : voyez auffi le traité du Navire, *page* 580 ; la méchanique de M. Bezout, numéro 428, & le numéro 113, pour ramener le logarithme de la quantité v que l'on trouve dans les tables, à celui qui convient, le module (a) étant $= 1$. On y voit qu'il faut multiplier le logarithme des tables par 2,30258509.

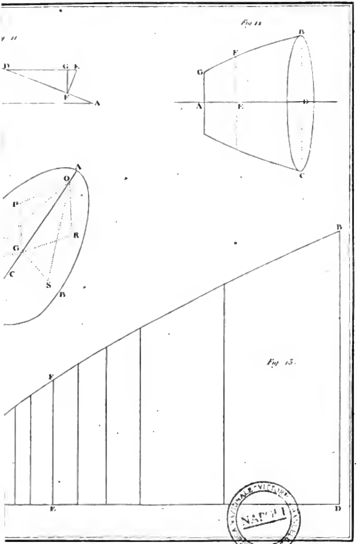
quille avec une vîteſſe quelconque, il arrive toujours que l'eau, ſur l'extrémité *A* de l'avant de la plus grande largeur *C*, s'éleve contre cette partie au-deſſus de ſa ſurface *F*.

Cette élévation eſt ſenſible juſqu'à quelque diſtance en avant du Vaiſſeau dans la direction de ſa route, & de même s'étend latéralement en *P Q*; mais à partir de la plus grande largeur *C*, l'eau retombe de maniere qu'entre *C* & *B* elle eſt au-deſſous de ſa hauteur naturelle, juſqu'à ce qu'elle rencontre en *D* la partie du fluide qui, conſtamment avec la même vîteſſe que le Bâtiment, le ſuit pour remplir le vuide qu'il laiſſeroit après lui. Mais comme cette eau qui gliſſe le long du côté du Navire, a déjà rempli cet eſpace, il y a une rencontre de ce fluide en *E E* qui produit ce qu'on appelle *le remoux*. C'eſt ce qui ſe remarque mieux aux petits Bâtimens qui calent peu; mais ſur les grands, l'élévation de l'eau ſur l'avant ne s'apperçoit guere que quand ils ſont parvenus à une vîteſſe de 4 ou 5 pieds par ſeconde. Cette eau qui eſt à l'avant de la plus grande largeur, eſt pouſſée en avant avec le Vaiſſeau, & va ainſi dans la même direction; & comme elle eſt plus élevée en avant de cette plus grande largeur qu'en arriere, elle s'écoule en pente, de maniere qu'elle reçoit une vîteſſe dont la direction eſt contraire à celle du Vaiſſeau; & plus le Bâtiment a de vîteſſe, plus grande eſt cette pente.

Tout ceci ſe voit aſſez bien quand le Bâtiment navigue dans une eau peu agitée, où il n'y a pas de vague: mais quand le Vaiſſeau cingle ou eſt tiré dans un canal où il ne ſe trouve que trois ou quatre largeurs du Navire entre ce Vaiſſeau & le bord du canal, cet effet eſt bien plus ſenſible, quelque petite que ſoit la vîteſſe.

Il réſulte néceſſairement de ce que nous venons d'obſerver; 1°. que la réſiſtance qu'éprouve un Bâtiment ſillant avec une vîteſſe donnée, eſt augmentée par-là, que l'eau s'éleve ſur l'avant de ſa plus grande largeur, & qu'il réfoule devant ſoi une colonne d'eau plus élevée que dans le principe de ſon mouvement; mais cette colonne ainſi élevée & chaſſée de l'avant, agiſſant ſur l'eau, dans le ſens de ſon mouvement, avant que le corps du Vaiſſeau * y par-

* Cette élevation de l'eau de l'avant du Vaiſſeau forme une eſpece de proue d'eau qui n'eſt pas d'une figure auſſi propre que celle du Vaiſſeau à diviſer le fluide, & le Bâtiment étant précédé par cette proue d'eau, ne peut pas vaincre auſſi facilement la réſiſtance de ce fluide, que s'il le diviſoit immédiatement, ce qui arrive à peu-près quand la viteſſe eſt petite.


Fig 12
Fig 13.

vienne, en diminue en quelque façon la résistance. 2°. Que la résistance est encore augmentée, parce que l'eau est plus basse en arriere de la plus grande largeur, & que cette eau a outre cela perdu, pour presser l'arriere du Navire, une partie de sa force qui peut être représentée par la vîtesse du Bâtiment & celle avec laquelle l'écoulement du fluide se fait le long de la partie de l'arriere du Vaisseau, lequel fluide va en descendant depuis la plus grande largeur jusqu'à l'étambot.

D'après les observations & les remarques que l'on vient de faire, formons une équation qui exprime la résistance qu'éprouve un corps poussé dans l'eau.

Il se rencontre cependant une difficulté qui provient de ce qu'il faut comparer la pression de l'eau avec * la vîtesse du corps qui sont des forces très-différentes. Mais comme on peut négliger dans l'expression la pression perpendiculaire de l'eau contre la surface du corps, parce que l'effet en est le même, quelle que soit l'extrémité de ce corps qui aille de l'avant, on doit observer qu'ici cette force ne sert que pour exprimer l'effet de l'inégalité de pression sur les deux extrémités du Navire pendant le mouvement, ou sur la résistance qui s'ensuit & qui a du rapport avec la vîtesse du Vaisseau.

Soit $ACBQ$ formé de deux coins qui sont joints par leur base CQ; exprimons la pression de l'eau, perpendiculaire à la surface dans tous ses points, par FG, FG. *Fig. 15.*

Supposons ce corps mu avec la vîtesse FH dans une direction parallele à la ligne du milieu AB, de B en A; finissons comme à l'ordinaire le parallélograme $FGIH$, & traçons la diagonale IF. On a donc la résultante de cette vîtesse avec la pression de l'eau dans la direction IF. Si du point K où la ligne IH rencontre la ligne AC ou CB, on trace la ligne KL perpendiculaire à GI, IL sera la résistance que le corps éprouve dans la direction BA, & LI est une force sur l'arriere du corps CB qui le pousse de l'avant dans la direction suivant laquelle il se meut.

Soit CM perpendiculaire à AB; $CD = DM$, & DN perpendiculaire au plan supérieur $ACBM$. Soit $FG = m$, $FH = n$; l'aire du plan $CE = A$, l'aire du plan $CP = B$, & enfin l'aire du plan $CN = C$.

* Avec la quantité de mouvement du corps.

A cause de la similitude des triangles ACD, FHK, KIL, on a $KH = \frac{DC}{AC} \times n$, & de-là $IK = \frac{DC}{AC} \times n + m$, & aussi $IL = \frac{DC}{AC} \times (m + \frac{DC}{AC} \times n)$. IL représente la résistance au point F qui est produite par les forces FG (m), HF (n). Mais le nombre des pressions FG est au nombre des pressions FH, comme l'aire A est à l'aire C; donc $A \times \frac{DC}{AC} \times m + C \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times n$ représente l'effet de l'eau sur la partie de l'avant. De la même maniere, on trouve $B \times \frac{DC}{BC} \times m - C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times n$ pour l'effet de l'eau sur la partie de l'arriere.

Soustrayant cette derniere expression de la premiere, la résistance contre ce corps mu selon la direction AB, sera exprimée par $A \times \frac{DC}{AC} \times m + C \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times n - B \times \frac{DC}{BC} \times m + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times n$; & comme $A \times \frac{DC}{AC} \times m = B \times \frac{DC}{BC} \times m$, l'expression de la résistance se réduit à $C \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times n + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times n$: d'où l'on voit que tant que la vîtesse n'est pas assez considérable pour que l'eau, s'élevant à l'avant & s'abaissant à l'arriere de la plus grande largeur, augmente la force de l'avant, & diminue celle de l'arriere de cette plus grande largeur, en ce cas le corps éprouvera la même résistance, quelle que soit celle des extrémités aigue ou obtus qui forme l'avant : & cependant, que cette résistance sera la moindre quand les deux extrémités sont égales, ou, ce qui est la même chose, quand la plus grande largeur sera au milieu.

Mais si l'on suppose que l'eau dévance le Vaisseau en avant de sa plus grande largeur avec la vîtesse v, & qu'elle a acquis une vîtesse w en sens contraire de la direction du corps en arriere de cette plus grande largeur, pour lors la vîtesse en avant $= n - v$, & en arriere $= n + w$; & comme la résistance est dans le rapport des quarrés des vîtesses, elle s'exprimera définitivement par $C^1 \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times (n - v)^2 + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times (n + w)^2$, où l'on suppose C^1 plus grand que C, d'autant que l'eau en avant de la plus grande largeur est plus élevée que de l'arriere.

Où l'on reconnoit que, quel que soit le rapport entre n, v & w, le corps éprouve une moindre résistance quand c'est la partie obtus

qui eſt de l'avant, & que la moindre réſiſtance dépend de la quantité de $n - v$ & $n + w$ où la plus grande largeur CM doit être placée en avant du milieu.

On voit auſſi que plus v & w font grands par rapport à n, plus la plus grande largeur doit être portée en avant du milieu, pour que la réſiſtance ſoit la moindre.

Il ne peut au ſurplus jamais arriver que $v = n$, car dans ce cas, l'eau s'échapperoit avec la même viteſſe que le Vaiſſeau, ce qui n'eſt pas poſſible. v eſt très-petite par rapport à n, quand la viteſſe eſt petite, de maniere que quand n eſt très-petite, $v = 0$. Il en eſt de même à l'égard de l'eau en arriere de la plus grande largeur; quand la viteſſe eſt petite, & que le corps a ſa plus grande largeur fort de l'arriere, l'eau ſuit le corps pour remplir le vuide qu'il laiſſe; c'eſt pourquoi une partie de l'eau ſuit la même direction que le corps, enſorte que la viteſſe de ce corps par rapport à l'eau eſt $n - w$; d'où il réſulte que l'expreſſion de la réſiſtance doit avoir cette forme $C^1 \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times (n - v)^2 + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times (n \pm w)^2$.

Si cette expreſſion de la réſiſtance n'eſt pas exacte, au moins le réſultat en eſt-il confirmé par les expériences ſuivantes.

§ 15.

Dans un vaſte & profond étang, on a placé à cent pieds de diſtance l'un de l'autre deux perches A, B & deux piquets C, D auxquels il a été adapté des poulies à rouets de cuivre jaune, par leſquelles il paſſe des lignes qui ſupportent des poids, le tout comme on le voit dans la figure. Les lignes E & G ſont attachées au corps mis en expérience. Sur la ligne E eſt un poids pour faire mouvoir ce corps dans l'eau, & ſur l'autre ligne G il y a auſſi un poids, mais moindre que le premier, pour contretenir le corps dans une ligne directe dont il s'écarteroit ſans cela; à la ligne E ſont attachés deux petits morceaux de drap rouge I, K à 74 pieds de diſtance l'un de l'autre. Pour meſurer le tems, on s'eſt ſervi d'une montre à ſeconde. Quand la marque K arrivoit à L, on laiſſoit aller la montre à ſeconde, & quand la marque I étoit parvenue au même point, on arrêtoit par un reſſort ladite montre à ſeconde, ce qui a donné le nombre de ſecondes que le corps F a employé à parcourir

Fig. 16.

la diſtance de 74 pieds. Les corps qui ont été mis en expérience étoient en bois, & avoient 28 pouces de longueur; ils avoient les fonds de figures circulaires. Leur diametre, à la plus grande largeur, étoient les $\frac{2}{7}$ de la longueur, ou de 8 pouces; leur courbure, ſelon la longueur, formoit un cône parabolique, de laquelle ligne parabolique le ſommet ſe trouvoit à la plus grande largeur; & comme ces corps étoient plus légers que l'eau, on y couloit du plomb juſqu'à ce que la peſanteur fut à peu-près égale à celle de l'eau de mer, de façon qu'ils puſſent à peine flotter *, & que leurs axes fuſſent paralleles à la ſurface de l'eau. Le poids ſur la ligne *E* qui devoit mettre le corps en mouvement, varioit ſelon qu'il étoit queſtion d'augmenter ou diminuer la vîteſſe: mais le poids retardant étoit toujours le même. Les trois corps N° 1, 2 & 3 étoient de même poids, mais les autres étoient plus légers dans le rapport de la ſolidité du cône à celle du cône parabolique.

		N°. 1.	N°. 2.		N°. 3.		N°. 4.		N°. 5.		N°. 6.		N°. 7.	
Poids des corps.		27 livres.	27 livres.		27 livres.		22 livres.		19 $\frac{1}{4}$ liv.		16 $\frac{3}{4}$ liv.		12 livres	
Forme des corps.														
		A A	B	C	D	E	F	G	H	I	O	P	R	P
		Tems, en ſecondes, que les corps ont été à parcourir l'eſpace de 74 pieds.												
Poids moteurs.	*Poids retardans*	Secondes	Secondes		Secondes		Secondes		Secondes		Secondes		Secondes	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	O	P	R	P
Les $\frac{3}{4}$ du p. du corps.	La moitié du poids du corps.	25 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	27 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{3}{4}$	25 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{1}{4}$	30	29 $\frac{3}{4}$	45	29 $\frac{1}{2}$
Le poids du corps.	La moitié du poids du corps.	14	14	14 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{3}{4}$	15	16	24 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{4}$	38	24
1 fois $\frac{1}{2}$ le p. du corps.	La moitié du poids du corps.	11	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{1}{2}$	11	11	10 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{1}{4}$
37 livres. en tout.	12 livres un tiers en tout.	12 $\frac{1}{2}$			11	14	10 $\frac{3}{4}$	11	10	11 $\frac{1}{4}$	12	16	—	—

* Il faut cependant croire qu'ils étoient aſſez flottans pour que l'élévation de l'eau de l'avant, dans le cas de la grande viteſſe, pût avoir lieu ſans les ſubmerger.

Les corps

Les corps : N°. 1 avoit ſa plus grande largeur au milieu, & les deux extrémités formées par des lignes paraboliques.

N°. 2 avoit ſa plus grande largeur aux $\frac{2}{7}$ de la longueur à partir du point *B* ; les deux extrémités auſſi paraboliques.

N°. 3 avoit ſa plus grande largeur à $\frac{1}{7}$ de la longueur à partir du point *D* ; les deux extrémités encore paraboliques.

N°. 4 avoit ſa plus grande largeur au milieu ; l'extrémité *F* parabolique, l'autre *G* en cône.

N°. 5 avoit ſa plus grande largeur aux $\frac{2}{7}$ de la longueur à partir du point *H* ; l'extrémité *H* parabolique, l'autre *I* en cône.

N°. 6 avoit ſa plus grande largeur aux $\frac{2}{7}$ de la longueur à pattir du point *O* ; les deux extrémités en cône.

N°. 7 tout en cône, ayant la plus grande largeur égale à celle des autres corps, & pour longueur deux fois & demie la largeur.

Voici comme doivent s'entendre ces expériences : par exemple, pour le N°. 2 : le poids mouvant étant égal à celui du corps, & le poids retardant en étant la moitié, l'extrémité *B* étant de l'avant, le corps a parcouru les 74 pieds en 14 ſecondes ; ſi, au contraire, c'eſt l'extrémité *C*, il eſt 14 $\frac{1}{2}$ ſecondes à parcourir ledit eſpace.

Chacune de ces expériences s'eſt reitérée ſix fois ; on prenoit un moyen entre les réſultats qui, au ſurplus, étoient preſque toujours égaux, & quand il y avoit quelques différences, elles ne ſurpaſſoient pas une demi-ſeconde. On n'y trouve pas dans les vîteſſes le rapport auquel on devroit s'attendre en conſidérant les poids, ce qui provient d'un mouvement produit à la ſurface de l'eau par une diviſion du fluide trop près de la flottaiſon. Ce nombre de poulies ſur leſquelles la ligne doit paſſer, rend les expériences moins exactes à cauſe des frottemens. Mais comme ces frottemens ſont égaux pour toutes les circonſtances, les variations de vîteſſe ont dû être de la même eſpece.

L'induction que l'on peut tirer de tout ceci eſt 1°. que lorſque le mouvement eſt lent, le corps a plus de vîteſſe quand l'extrémité la plus aigue eſt l'avant, que quand c'eſt l'extrémité obtus. 2°. Qu'une fois que la vîteſſe eſt augmentée à un certain dégré, ce corps parcourt la même diſtance en tems égaux, quelle que

ſoit l'extrémité qui ſoit l'avant. 3°. Que quand la vîteſſe devient encore plus grande, le corps eſt moins de tems à parcourir la même diſtance lorſque l'extrémité obtus eſt l'avant : ainſi, c'eſt la vîteſſe du corps qui doit déterminer le lieu de la plus grande largeur, pour que la réſiſtance ſoit un *minimum*.

M. Camus, dans ſon *Traité des forces mouvantes*, parle d'expériences qu'il a faites ſur cet objet. On trouve pareillement (*Murrays Treatiſe on Schip-building*) des expériences qui cadrent aſſez bien, mais qui different de celles ci-deſſus, en ce que, que la vîteſſe fût grande ou petite, le corps éprouvoit toujours moins de réſiſtance, l'extrémité obtus étant l'avant; ce qui provenoit de ce que ces expériences avoient été faites dans des canaux conſtruits exprès, par rapport à la largeur deſquels celle du corps étoit conſidérable, enſorte que l'eau ne pouvoit le dépaſſer ſans s'élever à l'avant, & par conſéquent, ſe trouver plus baſſe en arriere. Cette eau devoit donc avoir un courant des deux côtés du corps, de maniere qu'avec quelque lenteur que le corps fût mu dans le canal, l'effet de l'eau étoit le même que quand, dans les expériences ci-deſſus, il étoit mu avec une plus grande vîteſſe.

Ces expériences ſe rapportent à l'expreſſion de la réſiſtance que l'on a vue dans le dernier paragraphe. Il ne s'agit que de trouver la valeur de v & w, relativement à n, & de voir quand on doit employer les ſignes $+$ ou $-$ dans $n \pm w$. On ſait, par ce qui a été dit dans le dernier paragraphe, que le ſigne $-$ dans $n \pm w$ n'a lieu, dans l'expreſſion de la réſiſtance, que quand la vîteſſe & la forme en arriere de la plus grande largeur ſont telles que l'eau qui agit ſur la partie de l'arriere, ſe meut dans le même ſens que le Vaiſſeau.

§ 16.

Fig. 15. Par l'expreſſion de la réſiſtance, on voit que cette force eu égard à $n - v$ & $n + w$, eſt plus ou moins grande ſuivant le rapport qui ſe trouve entre les lignes AC & BC; conſéquemment qu'il y a une certaine diſtance de l'une ou l'autre des extrémités où doit être portée la plus grande largeur CM, pour que cette réſiſtance ſoit un *minimum* : il eſt donc queſtion de déterminer la diſtance AD qui rendra l'expreſſion de la réſiſtance un *minimum*. Pour cela mul-

tipliez $C\frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times (n-v)^2 + C\frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times (n+w)^2$ par la quantité encore inconnue $\frac{(AC)^2 \times (BC)^2}{C \times (DC)^2}$. Le rapport dans les termes fera le même. On aura $(BC)^2 \times (n-v)^2 + (AC)^2 \times (n+w)^2$ qui doit être un *minimum*.

Soit $AB = a$, $AD = x$; alors $BD = a - x$; faites $DC = 1$; $n - v = p$, & $n + w = q$: vous aurez $(AC)^2 = x^2 + 1$, & $(BC)^2 = a^2 - 2ax + x^2 + 1$. Alors ce fera $(x^2 + 1) \times q^2 + (a^2 - 2ax + x^2 + 1) \times p^2$ dont il faut faire un *minimum*. Pour cela faites fa différentielle $2q^2 x dx - 2ap^2 dx + 2pxdx = 0$; d'où $(p^2 + q^2) x = ap^2$, ce qui donnera cette analogie $(n+w)^2 + (n-v)^2 : (n-v)^2 :: AB : AD$: ainfi, plus w & v feront grandes par rapport à n, ce qui a lieu à mefure que la vîteffe devient grande, moins grande deviendra AD. Quand w & v font fuppofés $= 0$, ce qui peut être quand la vîteffe eft petite, alors $AD = \frac{1}{2} AB$. C'eft donc de w & de v dont dépend la détermination du lieu où doit être le maître couple. Mais ce font ces deux quantités précifément que l'on ne peut déterminer, puifqu'elles varient fuivant la vîteffe. Il s'enfuivroit que, pour que la réfiftance fût conftamment un *minimum*, le lieu de la plus grande largeur devroit varier, ce qui n'eft pas poffible.

On ne peut donc rien conclure de ceci, finon que la plus grande largeur doit être de quelque chofe en avant du milieu. Si enfin on détermine le lieu du maître couple pour une certaine vîteffe, la queftion pour cela ne fera pas réfolue, puifque cette détermination ne fera fondée que fur une fuppofition.

Par exemple, qu'un Vaiffeau cingle avec une grande vîteffe ; à parcourir 20 pieds par feconde. Que l'eau dans ce cas foit plus élevée d'un pied fur l'avant que fur l'arriere. Comme elle ne fera au plus bas que vers l'étambot, on fuppofera qu'au milieu de la diftance entre l'étambot & l'étrave, elle fera un demi-pied plus baffe que fur l'avant à l'étrave ; le courant d'eau a donc une vîteffe égale à celle qu'auroit acquis un corps tombé de la hauteur d'un demi-pied *, c'eft-à-dire, à parcourir $\sqrt{33}$ pieds ** dans une feconde.

* *Méch.* 466, *page* 108.

** $\sqrt{30,2}$ pieds de Roi. *Méch.* $\left\{ \begin{matrix} 203. \\ 207. \end{matrix} \right\}$

Ceci ne se passe qu'à la surface. Cette vîtesse doit diminuer selon la profondeur jusqu'à la quille où elle n'est rien ; on pourroit donc supposer, pour avoir un moyen, une vîtesse de 3 pieds par seconde. Elle doit encore être diminuée à cause que l'eau étant plus haute en avant de la plus grande largeur, elle a un mouvement en sens contraire, c'est-à-dire, dans le même sens que celui du Vaisseau. Tout ceci n'arrive que quand le Vaisseau navigue sur une eau tranquille ; mais s'il y a de la lame, cette circonstance de l'exhaussement & de l'abaissement du fluide, doit se réduire à rien ou à peu de chose. C'est pourquoi je supposerai que quand la vîtesse du Vaisseau sera de 20 pieds par seconde, celle de l'eau dans le sens contraire & en arriere de la plus grande largeur, sera d'un pied par seconde, & de l'avant dans le sens du Vaisseau, d'un demi-pied ; ainsi, on aura $n = 20$, $w = 1$, $v = 0{,}5$: donc $n + w = 21$; $n - v = 19{,}5$: donc $(n + w)^2 = 441$, & $(n - v)^2 = 380{,}25$. Que maintenant AB ou a soit supposé $= 100$, AD ou x sera $= 46$, c'est-à-dire, que la plus grande largeur sera alors de $\frac{1}{25}$ de la longueur en avant du milieu.

Il faut encore convenir que ce calcul n'étant toujours fondé que sur des suppositions, on n'en peut tirer de conclusions, sinon de porter la plus grande largeur un peu de l'avant du milieu, comme on l'a fait ci-dessus. Au surplus, le lieu positif de cette plus grande largeur, pour l'effet dont il est question, n'a pas besoin d'une détermination fort rigoureuse, puisque la résistance peut aussi être diminuée par la forme des lignes d'eau en avant & en arriere de la plus grande largeur. On pourra trouver ci-après quelques moyens de déterminer, avec plus d'exactitude, le lieu où il faut placer le maître couple.

Cependant on pourra retirer une autre utilité de ces essais : puisque $n - v$ & $n + w$ expriment la vîtesse avec laquelle le Vaisseau rencontre l'eau, & que l'effet de la résistance est pour l'avant comme $(n - v)^2$, & pour l'arriere comme $(n + w)^2$, ces deux quantités peuvent être considérées comme des forces absolues qui agissent contre le Vaisseau, & qui sont toujours plus grandes sur la partie de l'arriere que sur celle de l'avant ; & si l'on suppose la même vîtesse pour tous les Vaisseaux, la valeur de ces quantités 380,25 & 441 doit être regardée pour tous, comme des coefficients ab-

solus de la résistance. Mais ces quantités étant constantes, il vaut mieux en employer de plus simples dans le même rapport, comme 6 & 7 : donc l'expression, pour la résistance sur l'avant, sera $6 \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times C$, & pour celle sur l'arriere $7 \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times C$. Les quantités 6 & 7 sont toujours fondées sur des suppositions; car si *w* avoit été égale à 2 ou à une demie, alors, au lieu de 7, le coefficient absolu de la résistance de l'arriere auroit été 7,7 ou 6,6 : mais une précision mathématique n'étant pas requise dans la pratique, il vaut mieux avoir une expression où il y ait quelque petit défaut d'exactitude, pourvu qu'il ne s'y trouve rien qui repugne, que d'en manquer absolument.

Comme il nous reste à faire usage de ces expressions, & puisque de la résistance absolue dérive non-seulement la relative directe, mais encore la latérale & la verticale, nous donnerons la construction suivante qui servira à trouver la valeur de ces trois forces.

§ 17.

Soit *ACDB* un plan incliné vers l'horison. Supposons qu'il soit rencontré par le fluide avec une force *EF*, dans une direction horisontale, de *E* en *F*. *Fig. 17.*

De *F*, tracez la ligne *FI* parallele à l'horison; de *E* menez *EG* perpendiculaire au plan : *EG* exprimera la force qui agit perpendiculairement à ce plan. De *G*, menez *GH* perpendiculaire à *EF*: *EH* est la force relative directe. De *E*, menez la ligne *EI* perpendiculaire à *FI*, & tracez *GI* : alors le triangle *EIG* sera perpendiculaire à l'horison. De *G* on abaissera *GK* perpendiculairement à *EI* ou à l'horison, & *GK* sera la force relative verticale. Tracez encore une ligne de *K* en *H*; elle sera perpendiculaire à *EF*, & la distance *KH* représentera la force latérale relative : Ainsi, les forces relatives directe, verticale & latérale qui agissent dans le point *F*, doivent s'exprimer par *EH*, *GK* & *KH*.

Pour appliquer ceci à la carene du Vaisseau : soit *aacd* la partie de l'avant de cette carene; *aa*, *bb*, *cc*, &c. des lignes de flottaison à distances égales entr'elles, & *AK*, *BL*, *MN*, &c. des coupes verticales qui sont de même à distances égales. *Fig. 18.*

Pour trouver les forces directe, verticale & latérale qui agis-

ſent ſur l'avant du Vaiſſeau, diviſez tous les eſpaces *CABD*, *DBMO*, &c. en triangles: ce qui eſt exécuté dans *CABD* au moyen de la diagonale *AD*.

De *D* & *A* menez les lignes *DF*, *AE* perpendiculairement à *AC*, *DB*; & de *F* & *E* menez pareillement *FG*, *EH* perpendiculairement à *aa*, *bb*.

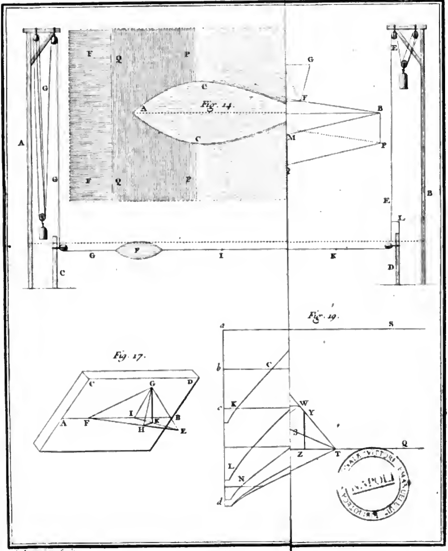
Fig. 19. Faites les deux lignes paralleles *RS*, *PQ*, en obſervant entr'elles une diſtance égale à celles qui ſe trouvent entre les coupes verticales. Tracez à ces deux lignes, la perpendiculaire *RP* prolongée; tranſportez la diſtance *DF* de *P* en *T*; tracez *TR*; de *T*, menez *Tu* perpendiculairement à *TR*. *uR* exprimant la force abſolue, *uP* *Fig.* 18. exprimera la force relative directe, *FG* la verticale, & *GD* la latérale, leſquelles agiſſent ſur le triangle *ACD*. Mais comme la force abſolue eſt conſtante, on pourra prendre pour cette force, la *Fig.* 19. diſtance entre les coupes. Pour cela, tirez *PW* perpendiculairement à la ligne *RT*; de *W* menez *WX* perpendiculairement à *RP*, & *PX* ſera la force relative directe.

Fig. 18. Tranſportez la diſtance *FG* qui eſt la force verticale quand la *Fig.* 19. force abſolue eſt *Ru*, de *Z* en *Y*, de maniere que la ligne *ZY* ſoit perpendiculaire à *PQ*.

Comme la force abſolue *Ru* a été réduite à *RP*, celle-là (*ZY*) doit auſſi être diminuée ſuivant le même rapport. C'eſt pourquoi, tracez la ligne *TX*. Alors $YZ : Y\beta :: RP : RX :: Ru : RP$: donc $Y\beta$ ſera la force relative verticale ſur le triangle *ACD* (*Fig.* 18.).

Tranſportez *DG* de *P* en $\surd$ (*fig.* 19.); menez $\surd R$. On verra de même que δX eſt la force latérale ſur le même triangle; & par conſéquent, les forces relatives directe, verticale & latérale doivent s'exprimer par *PX*, βY & δX quand *RP* eſt la force abſolue. On aura l'effet de ces forces, en les multipliant par le triangle *ACD*. La même opération ſe fait pour le triangle *ADB*, & ainſi des autres.

Maintenant, ſi nous avons la réſiſtance de la partie de l'avant $= M$; celle de la partie de l'arriere $= N$; toute la réſiſtance, ſelon le dernier paragraphe, ſera dans le rapport de $6M + 7N$: mais comme on a pris, pour la force abſolue, la diſtance entre les coupes qui peut être plus grande dans un plan que dans un autre, la force relative ſur un Vaiſſeau ne peut pas être comparée


Fig. 14.
Fig. 17.
Fig. 19.

à celle qui agit ſur un autre. Il faut donc trouver une figure plane qui mue dans l'eau avec la même vîteſſe que le Navire, y éprouveroit la même réſiſtance : on l'appellera *plan de réſiſtance*. Si la diſtance entre les coupes $= m$, le plan de réſiſtance ſera $= \frac{6M + 7N}{13m}$. Par exemple, que $M = 18$, $N = 16$, $m = 5$; alors on aura $\frac{6M + 7N}{13m} = 3,38$: c'eſt-à-dire, que le Vaiſſeau éprouve autant de réſiſtance qu'en éprouveroit un plan de 3,38 pieds de ſurface mu avec la même vîteſſe que ce Bâtiment. Ainſi, ſon plan de réſiſtance eſt de 3,38 pieds quarrés.

§ 18.

Trouver la réſiſtance directe, ou le Plan de réſiſtance du Corſaire. Fig. 47, 48 & 49.

Pour avoir, avec plus de préciſion, la conſtruction & le calcul des forces, on a fait, ſur une plus grande échelle, le plan vertical de la carene.

Les coupes qui ſont à diſtances égales, ſont déſignées par π, β, Z, X, u, &c. à l'avant du Φ, & par 32, 30, 28, &c. en arriere ; 1 1 eſt la ligne de flottaiſon ſupérieure du Vaiſſeau quand il eſt armé. En deſſous de cette ligne, on en trace d'autres, 2 2, 3 3, 4 4, &c. qui toutes ſont paralleles à la ſupérieure, & à diſtances égales entr'elles. Par ce moyen, toute la ſurface de la carene ſe trouve diviſée en eſpaces tels que $B\pi\beta E$; ces eſpaces ſont diviſés en triangle par les diagonales AB, πE, &c. *Fig. 20.*

De A menez la ligne AC perpendiculairement à $B\pi$; de π & E, les lignes πI, EF perpendiculairement à $E\beta$, $B\pi$. De C menez CD perpendiculairement à la ligne de flottaiſon. De F & I menez auſſi perpendiculairement aux lignes de flottaiſon les lignes FH & IG. Ainſi de ſuite pour les autres eſpaces.

Cette conſtruction faite, on trace deux lignes paralleles IK LM, *fig.* 21, à une diſtance entr'elles égale à celle entre les coupes ; tracez-leur enſuite la perpendiculaire NO. *F. 20 & 21.*

Tranſportez AC, *fig.* 20, de N en P, *fig.* 21 ; faites NQ égale à la diſtance de la coupe π à l'étrave ; tracez PQ. Mais comme la diſtance entre cette premiere coupe π & l'étrave eſt moindre que

celle entre les coupes, & que cette diſtance eſt priſe pour le ſinus total des forces ſur tous les eſpaces, tirez de *O* la ligne *OR* parallele à *PQ*.

Tranſportez *DC*, *fig.* 20, de *u* en *W*, *fig.* 21, perpendiculairement à *NR*; de *N*, & par le point *W*, tirez la ligne *NX*; encore de *N* menez à *OR* la perpendiculaire *NS*, & de *S* à *NO* la perpendiculaire *ST*. Il s'enſuivra, ſelon le dernier paragraphe, que *NT* ſera la force relative directe qui agit contre le triangle *AB*π.

Tirez *RT*, *fig.* 21; de *X* faites *XY* perpendiculaire à *LM*; *XY* eſt la force verticale qui agit contre le même triangle; & de cette maniere on a trouvé les forces directes & verticales qui agiſſent contre le triangle (25), *fig.* 20.

Pour trouver les forces directe & verticale qui agiſſent ſur le triangle (24), on procede comme il vient d'être enſeigné dans le dernier paragraphe. Faites *ab*, fig. 21, perpendiculaire à *LM*; tranſportez la diſtance *EF*, *fig.* 20, de *a* en *c*, *fig.* 21; de *a* menez *ad* perpendiculairement à *bc*; de *d* menez *de* perpendiculairement à *ab*: *ae* ſera la force directe. Tracez *ce*, & tranſportez la diſtance *FH*, *fig.* 20, de la ligne *bc*, *fig.* 21, à la ligne *LM* perpendiculairement à cette derniere; *fg* ſera la force verticale ſur le triangle (24) *fig.* 20.

Le produit de ces forces multiplié par l'aire des triangles, eſt leur effet ſur chacun d'eux. La même opération ſe fait pour tous les eſpaces. On trouve de la même maniere les forces ſur la partie de l'arriere. La conſtruction en eſt repréſentée dans la figure 22. L'on prend la valeur de toutes ces forces ſur une échelle de décimales, & on en forme une table dans l'ordre de celle qui ſuit.

Comme nous ne nous attachons ici qu'aux forces directes, l'on n'y trouve que les effets de ces forces.

La diſtance entre les coupes = 4,95 pieds. La diſtance entre les lignes de flottaiſon = 2,25 pieds = 2 pieds un quart, dont la moitié = 1 pied un huitieme.

Réſiſtance

Résistance directe du Corsaire, fig. 47, 48 & 49, *en avant du* Φ *couple.*

Entre les 1re. & 2e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base
25	2, 02	2, 11	4, 16	26	1, 07	1, 83	1, 95
23	4, 25	1, 53	4, 70	24	3, 40	1, 42	4, 82
21	3, 74	1, 15	4, 30	22	3, 37	1, 12	3, 77
19	2, 83	0, 75	2, 12	20	2, 79	0, 72	2, 00
17	2, 12	0, 53	1, 12	18	2, 39	0, 53	1, 26
15	1, 62	0, 36	0, 58	16	1, 90	0, 38	0, 72
13	1, 07	0, 21	0, 22	14	1, 39	0, 25	0, 34
11	0, 72	0, 10	0, 07	12	1, 06	0, 15	0, 16
9	0, 53	0, 07	0, 03	10	0, 72	0, 11	0, 07
7	0, 33	0, 03	0, 01	8	0, 48	0, 06	0, 02
5	0, 25	0, 02	0, 00	6	0, 31	0, 03	0, 01
3	0, 14	0, 01	0, 00	4	0, 20	0, 02	0, 00
1	0, 10	0, 00	0, 00	2	0, 15	0, 01	0, 00
			17,31				15 12
× la $\frac{1}{2}$ haut. du tria.			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
Effets.			19,47				17,01

Entre les 2e. & 3e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base
25	1, 07	1, 67	1, 78	26	—	—	—
23	3, 40	1, 17	3, 97	24	2, 64	1, 02	2, 69
21	3, 37	0, 93	3, 13	22	2, 72	0, 89	2, 42
19	2, 79	0, 63	1, 75	20	2, 47	0, 57	1. 40
17	2, 39	0, 51	1, 21	18	2, 47	0, 49	1, 21
15	1, 90	0, 36	0, 68	16	2. 12	0, 37	0, 78
13	1, 39	0, 23	0, 32	14	1, 73	0, 26	0, 44
11	1, 06	0, 19	0, 20	12	1, 34	0, 19	0, 25
9	0, 72	0, 10	0, 07	10	1, 02	0, 14	0, 14
7	0, 48	0, 05	0, 02	8	0, 67	0, 08	0, 05
5	0, 31	0, 03	0, 01	6	0, 47	0, 04	0, 01
3	0, 20	0, 02	0, 00	4	0, 30	0, 02	0, 00
1	0, 15	0, 01	0, 00	2	0, 22	0, 01	0, 00
			13,14				9, 39
			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
			14,78				10,56

Entre les 3e. & 4e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base
23	2, 64	0, 86	2, 27	24	1, 73	0, 57	0, 98
21	2, 72	0, 74	2, 01	22	2, 07	0, 65	1, 34
19	2, 47	0, 50	1, 23	20	1, 92	0, 44	0, 84
17	2, 47	0, 45	1, 11	18	2, 12	0, 40	0, 84
15	2, 12	0, 37	0, 78	16	2, 01	0, 33	0, 66
13	1, 73	0, 28	0, 48	14	1, 84	0, 27	0, 49
11	1, 34	0, 19	0, 25	12	1, 61	0, 19	0, 30
9	1, 02	0, 14	0, 14	10	1, 29	0, 14	0, 18
7	0, 67	0, 08	0, 05	8	0, 96	0, 10	0, 09
5	0, 47	0, 04	0, 01	6	0. 72	0, 07	0, 05
3	0, 30	0, 03	0. 01	4	0, 46	0, 04	0, 01
1	0, 22	0, 02	0, 00	2	0, 34	0, 03	0, 01
			8, 34				5, 79
× la $\frac{1}{2}$ haut. du tria.			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
Effets			9, 38				6, 51

Entre les 4e. & 5e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	Cette force × par la base
23	1, 73	0, 61	1, 05	24	0, 81	0, 44	0, 35
21	2, 0[illegible]	0, 51	1, 05	22	1, 50	0, 40	0, 60
19	1, 92	0, 38	0, 72	20	1, 46	0, 32	0, 46
17	2. 12	0, 37	0, 78	18	1, 50	0, 30	0, 45
15	2, 01	0, 31	0, 62	16	1, 58	0, 23	0, 36
13	1, 84	0, 23	0, 42	14	1, 58	0, 18	0, 27
11	1, 61	0, 19	0, 30	12	1, 64	0, 18	0, 29
9	1, 29	0, 15	0, 19	10	1, 40	0, 13	0, 18
7	0, 96	0, 09	0, 08	8	1, 13	0, 11	0, 12
5	0, 72	0, 06	0, 04	6	0, 93	0, 07	0, 06
3	0, 4[illegible]	0, 04	0, 01	4	0, 73	0, 04	0, 02
1	0, 34	0, 02	0, 00	2	0, 55	0, 03	0, 01
			5, 26				3, 17
			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
			5, 91				3, 56

Résistance directe du Corsaire en avant du Φ couple.

Entre les 5e. & 6e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base
23	0, 81	0, 35	0, 28				
21	1, 50	0, 34	0, 51	22	1, 00	0, 20	0, 20
19	1, 46	0, 28	0, 40	20	0, 97	0, 17	0, 16
17	1, 50	0, 23	0, 34	18	0, 90	0, 14	0, 12
15	1, 58	0, 18	0, 28	16	0, 93	0, 11	0, 10
13	1, 58	0, 16	0, 25	14	0, 97	0, 07	0, 08
11	1, 64	0, 14	0, 22	12	1, 10	0, 07	0, 07
9	1, 40	0, 11	0, 15	10	1, 13	0, 06	0, 06
7	1, 13	0, 08	0, 09	8	1, 08	0, 05	0, 05
5	0, 93	0, 06	0, 05	6	0, 90	0, 04	0, 03
3	0, 73	0, 04	0, 02	4	0, 82	0, 03	0, 02
1	0, 55	0, 02	0, 01	2	0, 79	0, 02	0, 01
			2, 60				0, 90
× la ½ haut. du tria.			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
			2, 92				1, 01

Entre les 6e. & 7e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base
21	1, 00	0, 19	0, 19	22	0, 30	0, 05	0, 01
19	0, 97	0, 16	0, 15	20	0, 50	0, 07	0, 03
17	0, 90	0, 11	0, 09	18	0, 40	0, 06	0, 02
15	0, 93	0, 08	0, 07	16	0, 35	0, 05	0, 01
13	0, 97	0, 07	0, 06	14	0, 40	0, 04	0, 01
11	1, 10	0, 06	0, 06	12	0, 40	0, 03	0, 01
9	1, 13	0, 05	0, 05	10	0, 40	0, 02	0, 01
7	1, 08	0, 04	0, 04	8	0, 40	0, 02	0, 01
5	0, 90	0, 03	0, 02	6	0, 39	0, 01	0, 00
3	0, 82	0, 02	0, 01	4	0, 35	0, 01	0, 00
1	0, 79	0, 01	0, 00	2	0, 28	0, 00	0, 00
			0, 74				0, 11
			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
			0, 83				0, 12

Résistance directe du Corsaire en arriere du Φ couple.

Entre les 1re. & 2e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base
31	6, 22	1, 14	7, 09	32	3, 13	1, 52	4, 75
29	3, 50	0, 58	2, 03	30	3, 00	0, 85	2, 55
27	2, 40	0, 37	0, 86	28	2, 62	0, 42	1, 10
25	1, 72	0, 28	0, 48	26	2, 31	0, 31	0, 71
23	1, 20	0, 18	0, 21	24	1, 72	0, 24	0, 41
21	1, 08	0, 19	0, 20	22	1, 47	0, 21	0, 30
19	0, 75	0, 09	0, 06	20	1, 12	0, 13	0, 14
17	0, 64	0, 07	0, 04	18	0, 91	0, 11	0, 10
15	0, 51	0, 07	0, 03	16	0, 76	0, 09	0, 06
13	0, 39	0, 05	0, 02	14	0, 56	0, 06	0, 03
11	0, 35	0, 04	0, 01	12	0, 50	0, 06	0, 03
9	0, 31	0, 03	0, 01	10	0, 43	0, 04	0, 01
7	0, 26	0, 02	0, 00	8	0, 34	0, 04	0, 01
5	0, 17	0, 02	0, 00	6	0, 26	0, 02	0, 00
3	0, 15	0, 01	0, 00	4	0, 20	0, 02	0, 00
1	0, 11	0, 00	0, 00	2	0, 14	0, 01	0, 00
			11,06				10,20
× la ½ haut. du tria.			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
			12,44				11,47

Entre les 2e. & 3e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Triangles. Base.	Résist. directe.	La force × par la base
31	3, 04	0, 95	2, 88	32	1, 73	0, 60	1, 03
29	3, 00	0, 64	1, 92	30	2, 01	0, 60	1, 20
27	2, 62	0, 45	1, 17	28	2, 05	0, 50	1, 02
25	2, 31	0, 35	0, 57	26	2, 07	0, 35	0, 72
23	1, 72	0, 25	0, 43	24	2, 02	0, 28	0, 56
21	1, 47	0, 21	0, 30	22	1, 65	0, 22	0, 36
19	1, 12	0, 15	0, 16	20	1, 61	0, 27	0, 33
17	0, 91	0, 13	0, 11	18	1, 21	0, 15	0, 18
15	0, 76	0, 11	0, 08	16	1, 00	0, 12	0, 12
13	0, 56	0, 07	0, 03	14	0, 81	0, 10	0, 08
11	0, 50	0, 05	0, 02	12	0, 68	0, 07	0, 04
9	0, 43	0, 04	0, 01	10	0, 56	0, 05	0, 02
7	0, 34	0, 03	0, 01	8	0, 45	0, 04	0, 01
5	0, 26	0, 02	0, 00	6	0, 31	0, 03	0, 01
3	0, 20	0, 01	0, 00	4	0, 23	0, 02	0, 00
1	0, 14	0, 00	0, 00	2	0, 16	0, 01	0, 00
			7, 69				5, 68
			$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
			8, 65				6, 39

La résistance directe en arriere du Φ couple.

Entre les 3e. & 4e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base
31	1, 73	0, 48	0, 83	32	1, 07	0, 29	0, 31
29	2, 01	0, 48	0, 96	30	1, 35	0, 29	0, 39
27	2, 05	0, 40	0, 82	28	1, 40	0, 29	0, 40
25	2, 07	0, 31	0, 64	26	1, 49	0, 27	0, 41
23	2, 01	0, 26	0, 52	24	1, 69	0, 26	0, 43
21	1, 65	0, 21	0, 34	22	1, 61	0, 21	0, 33
19	1, 61	0, 20	0, 32	20	1, 70	0, 19	0, 32
17	1, 21	0, 12	0, 14	18	1, 50	0, 16	0, 24
15	1, 00	0, 11	0, 11	16	1, 34	0, 14	0, 18
13	0, 81	0, 08	0, 06	14	0, 98	0, 07	0, 08
11	0, 68	0, 07	0, 04	12	0, 88	0, 08	0, 07
9	0, 56	0, 04	0, 02	10	0, 74	0, 06	0, 04
7	0, 45	0, 03	0, 01	8	0, 63	0, 05	0, 03
5	0, 31	0, 02	0, 00	6	0, 39	0, 03	0, 01
3	0, 23	0, 01	0, 00	4	0, 31	0, 02	0, 00
1	0, 16	0, 00	0, 00	2	0, 19	0, 01	0, 00
			4, 81				3, 24
× la ½ haut. du tria.			1 + ⅛				1 + ⅛
			5, 41				3, 64

Entre les 4e. & 5e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base
31	1, 07	0, 27	0, 28	32	0, 70	0, 16	0, 11
29	1, 35	0, 28	0, 37	30	0, 85	0, 16	0, 14
27	1, 40	0, 26	0, 36	28	0, 93	0, 16	0, 14
25	1, 49	0, 25	0, 37	26	1, 00	0, 16	0, 16
23	1, 69	0, 24	0, 40	24	1, 11	0, 16	0, 17
21	1, 61	0, 19	0, 30	22	1, 23	0, 16	0, 19
19	1, 70	0, 18	0, 30	20	1, 24	0, 15	0, 18
17	1, 50	0, 13	0, 19	18	1, 30	0, 14	0, 18
15	1, 34	0, 12	0, 16	16	1, 37	0, 13	0, 17
13	0, 98	0, 10	0, 09	14	1, 17	0, 12	0, 14
11	0, 88	0, 09	0, 07	12	1, 13	0, 09	0, 10
9	0, 74	0, 06	0, 04	10	0, 91	0, 07	0, 06
7	0, 63	0, 05	0, 03	8	0, 76	0, 05	0, 03
5	0, 39	0, 04	0, 01	6	0, 62	0, 03	0, 01
3	0, 31	0, 02	0, 00	4	0, 40	0, 02	0, 00
1	0, 19	0, 01	0, 00	2	0, 26	0, 01	0, 00
			2, 97				1, 78
			1 + ⅛				1 + ⅛
			3, 34				2, 00

Entre les 5e. & 6e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base
31	0, 70	0, 15	0, 10	32	0, 41	0, 08	0, 03
29	0, 88	0, 15	0, 13	30	0, 56	0, 08	0, 04
27	0, 93	0, 15	0, 13	28	0, 61	0, 08	0, 04
25	1, 00	0, 15	0, 15	26	0, 62	0, 08	0, 04
23	1, 11	0, 15	0, 16	24	0, 64	0, 08	0, 05
21	1, 23	0, 15	0, 18	22	0, 75	0, 08	0, 06
19	1, 24	0, 14	0, 17	20	0, 78	0, 08	0, 06
17	1, 30	0, 13	0, 16	18	0, 83	0, 08	0, 06
15	1, 37	0, 12	0, 16	16	0, 83	0, 05	0, 04
13	1, 17	0, 10	0, 11	14	0, 88	0, 05	0, 04
11	1, 13	0, 07	0, 07	12	0, 95	0, 05	0, 04
9	0, 91	0, 05	0, 04	10	0, 76	0, 04	0, 03
7	0, 76	0, 04	0, 03	8	0, 76	0, 04	0, 03
5	0, 62	0, 03	0, 01	6	0, 76	0, 03	0, 02
3	0, 40	0, 02	0, 00	4	0, 54	0, 02	0, 01
1	0, 26	0, 01	0, 00	2	0, 38	0, 01	0, 00
			1, 60				0, 59
× la ½ haut. du tria.			1 + ⅛				1 + ⅛
			1, 80				0, 66

Entre les 6e. & 7e. lignes de flottaison.

Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base	Triangles. N°.	Base.	Résist. directe.	La force × par la base
31	0, 41	0, 07	0, 02	32	0, 22	0, 05	0, 01
29	0, 56	0, 07	0, 03	30	0, 29	0, 04	0, 01
27	0, 61	0, 07	0, 04	28	0, 32	0, 04	0, 01
25	0, 62	0, 07	0, 04	26	0, 31	0, 03	0, 01
23	0, 64	0, 07	0, 04	24	0, 31	0, 03	0, 01
21	0, 75	0, 07	0, 05	22	0, 31	0, 02	0, 00
19	0, 78	0, 07	0, 05	20	0, 31	0, 02	0, 00
17	0, 83	0, 06	0, 04	18	0, 31	0, 02	0, 00
15	0, 83	0, 05	0, 04	16	0, 31	0, 01	0, 00
13	0, 88	0, 04	0, 03	14	0, 31	0, 01	0, 00
11	0, 95	0, 04	0, 03	12	0, 28	0, 01	0, 00
9	0, 76	0, 03	0, 02	10	0, 26	0, 01	0, 00
7	0, 76	0, 03	0, 02	8	0, 25	0, 00	0, 00
5	0, 76	0, 02	0, 01	6	0, 24	0, 00	0, 00
3	0, 54	0, 02	0, 01	4	0, 23	0, 00	0, 00
1	0, 38	0, 01	0, 00	2	0, 21	0, 00	0, 00
			0, 47				0, 05
			1 + ⅛				1 + ⅛
			0, 53				0, 06

Récapitulation des résistances directes entre les lignes de flottaison.	
Pour la partie de l'avant du Φ *couple.*	*Pour la partie de l'arriere du* Φ *couple.*
Entre les 1re. & 2e. l. de flot. = 36,48	Entre les 1re. & 2e. l. de flot. = 23,91
2e. & 3e. . . . . . = 25,34	2e. & 3e. . . . . . = 15,04
3e. & 4e. . . . . . = 15,89	3e. & 4e. . . . . . = 9,05
4e. & 5e. . . . . . = 9,47	4e. & 5e. . . . . . = 5,34
5e. & 6e. . . . . . = 3,93	5e. & 6e. . . . . . = 2,46
6e. & 7e. . . . . . = 0,95	6e. & 7e. . . . . . = 0,59
Contre l'étrave. . . . = 13,16	Contre le gouvernail. = 20,00
Résist. totale à l'avant du Φ couple = 105,22	Résist. totale à l'arriere du Φ couple = 76,39

Suivant le paragraphe 17, le plan de résistance $= \frac{6M + 7N}{13m}$. Dans cet exemple $M = 105{,}22$; $N = 76{,}39$; & $m = 4{,}95$. Donc le demi-aire du plan de résistance $= \frac{6 \times 105{,}22 + 7 \times 76{,}39}{13 \times 4{,}95} = \frac{1166{,}05}{64{,}35} = 18{,}12$. Par conséquent, cette Frégate éprouvera, de la part du fluide, une résistance égale à celle qu'éprouveroit un plan de 36,24 pieds quarrés ou un quarré parfait de 6 pieds de côté, mu avec une vîtesse égale à celle de ladite Frégate.

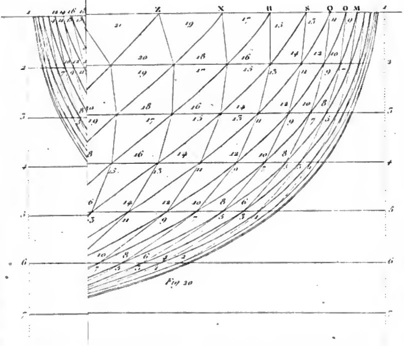
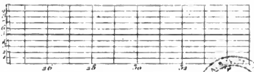
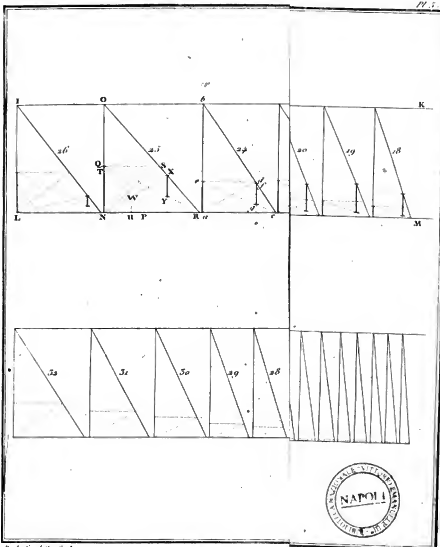


Fig. 20



De la Gardette Sculp.



De la Gardette Sculp.

CHAPITRE V.

Du centre d'effort du vent sur les voiles, & de son moment par rapport au centre de gravité du Vaisseau.

§ 19.

L'Effet du vent sur les voiles est cette force qui produit la marche du Vaisseau, & qui est proportionnée à la grandeur des voiles: ainsi, une plus grande surface de voiles doit procurer une plus grande vitesse au Navire: c'est pourquoi on fait ensorte que les voiles soient aussi grandes qu'il est possible: mais comme la longueur du Vaisseau détermine la largeur des voiles, elles ne peuvent devenir fort grandes sans que la hauteur n'en soit considérable.

Mais des voiles très-grandes & sur-tout très-élevées causent une grande inclinaison; & avec une certaine force du vent, l'inclinaison ne doit être que d'un certain dégré déterminé; il faut donc tenir la grandeur & la hauteur des voiles dans de certaines bornes, qui pourront être réglées de la maniere suivante:

En retournant au paragraphe 14, nous verrons que quand un corps est en mouvement, la pression de l'eau sur la partie de l'arriere produite par ce mouvement, est une quantité négative, & non-seulement par rapport à la résistance directe, mais encore par rapport à la verticale & à la latérale. Supposons donc AB un Vaisseau mu de B en A avec une certaine force, dans un fluide qui lui oppose de la résistance. *Fig. 13.*

Soit DG la force directe de l'eau contre la proue du Vaisseau, dont la direction est de D en G; soit IE la force directe de l'eau sur la partie de l'arriere, dont la direction soit de I en E; soit GH la force verticale de l'eau sur la proue, dont la direction soit de G en H, & KI la même force de l'arriere, dont la direction soit de K en I. On aura DH pour la résultante des forces sur la partie de l'avant, dont la direction sera de D en H; & KE pour la résultante de celles sur la partie de l'arriere, dont la direction sera de K en E.

Prolongez les lignes DH, EK qui se rencontreront en F. Faites FN, $FO = DH$, EK. Finissez comme à l'ordinaire le parallélograme des forces $FNPO$; tracez la diagonale PF prolongée. Du centre de gravité du Vaisseau C vous menerez CL, CM & CQ perpendiculaires à DH, EK & PF. On aura * $FN \times CL + FO \times CM = FP \times CQ$. Par conséquent, si PF est la force & la direction du vent, & que le centre de gravité des voiles soit dans cette ligne PF, la surface desdites voiles perpendiculaire à cette même ligne, le Vaisseau doit aller de l'avant sans qu'aucune de ses extrémités s'éleve ou s'abaisse. Mais la direction du vent doit être considérée comme horisontale : c'est pourquoi de C, N & F menez les lignes CW, NS perpendiculairement, & FR parallélement à l'horison, & par P la ligne TR parallélement à NS; on aura $FS + NT = DG + IE = FR =$ la résistance directe totale.

Les triangles CQW & FRP étant semblables $CQ : CW :: FR : FP$, & de-là $CQ \times FP = CW \times FR$.

Comme l'effort horisontal du vent dans les voiles doit nécessairement être égal à l'effort horisontal de l'eau sur la carene du Vaisseau, le point W sera la vraie hauteur du centre de gravité des voiles, la direction XY du vent dans les voiles étant parallele à l'horison.

Si le centre de gravité des voiles ne se trouvoit pas dans la ligne XY ou en W, mais par exemple en α, alors le Vaisseau inclineroit vers la proue. Si au contraire ce centre de gravité étoit en β, ce seroit la partie de l'arriere qui plongeroit. C'est pourquoi, pour qu'un Vaisseau n'ait qu'un mouvement de l'avant au moyen de ses voiles, le centre d'effort du vent dans lesdites voiles doit se trouver quelque part dans la ligne XY.

De-là on voit de quelle conséquence il est d'avoir ce centre à sa vraie hauteur quand on cingle vent-arriere. Car s'il se trouvoit en α ou en β, une plus grande quantité de voiles n'augmenteroit pas la marche à proportion de leur surface **, parce que l'une ou l'autre des extrémités du Vaisseau seroit plongée, ce qui augmenteroit la résistance.

---

* *Méch.* 243.

** Une partie de l'effort du vent sur les voiles, & de celui de l'eau sur la carene, seroit employée à maintenir le Vaisseau dans son état d'inclinaison.

Dans un Vaiſſeau plein de l'avant à la flottaiſon, & taillé endeſſous, la réſultante de l'effort de l'eau s'éleve beaucoup; il doit donc, pour bien marcher, avoir des voiles hautes: au contraire, dans un Bâtiment dont l'avant eſt fort rempli ſous l'eau, cette réſultante ira peu en montant; en conſéquence, pour bien marcher, il doit avoir des voiles moins hautes. L'arriere contribue de la même maniere à la détermination du centre d'effort du vent ſur les voiles.

Ceci prouve que deux Vaiſſeaux de mêmes longueur, largeur & port, pourront avoir la même ſtabilité, & cependant exiger différentes hauteurs de voilure pour naviguer également bien vent-arriere.

§ 20.

On ne peut pas conclure du dernier paragraphe, la ſurface que les voiles doivent avoir; car la vraie hauteur du centre d'effort du vent ſur les voiles une fois déterminée, il conviendroit, pour le vent-arriere, de donner auxdites voiles la plus grande ſurface poſſible, ſans nuire à cette condition de la hauteur. Mais il n'en eſt pas de même pour le Vaiſſeau allant au plus près. Ce centre ſera alors bien plus haut que la réſultante de la force de l'eau ſur le côté du Navire, & auſſi-tôt que le vent agit ſur les voiles, il prend une inclinaiſon qui ne doit pas dépaſſer un certain dégré, le moment de la voilure & la force du vent étant donnés.

Pour conclure la ſurface à donner à la voilure de la connoiſſance que l'on a de l'effet du vent ſur des plans ou voiles avec différentes viteſſes & dans différentes directions, il faudroit ſe jetter dans des calculs auſſi difficiles * que peu importans. On peut chercher à faire des comparaiſons avec des plans de Vaiſſeaux & de gréemens qui ſoient éprouvés & connus, & il ne s'agira plus que

* Il eſt d'autant plus inutile d'entreprendre ces calculs quant à préſent, que l'on en connoit encore fort peu le fondement phyſique (les élemens de l'effet du vent dans les voiles). Car ſi l'on ne faiſoit entrer dans le calcul que la denſité & la viteſſe du mouvement de l'air, comment ſeroit-il poſſible d'expliquer un fait d'expérience que l'on doit particuliérement à *Dom George Juan, Chef-d'Eſcadre des Armées Navales de Sa Majeſté Catholique?* Savoir, qu'un Bâtiment bon voilier prend une très-grande partie de la viteſſe du vent. Les parties élémentaires de l'eau ſont dures, tenues, infiniment peu ſuſceptibles de condenſation: celles de l'aire au contraire ſont élaſtiques, & ſe condenſant dans l'eſpece de cul-de-ſac que forme la voile, doivent éprouver beaucoup de peine à ſe dégager, & uſer en attendant de leur reſſort ſur la ſurface concave de la voilure.

de se régler sur ceux de ces Vaisseaux qui ont la meilleure proportion de voilure, par rapport au centre d'effort du vent sur les voiles & la stabilité ; ce que l'on verra par ce qui suit :

Soit *ABC* un Bâtiment incliné par l'action de l'effort du vent *HG*. Soit *AB* la ligne de flottaison supérieure ; *D* le centre de gravité du Vaisseau ; *E* le centre de gravité du déplacement ; & *G* la hauteur du centre d'effort du vent dans les voiles. Si de *E* on trace une ligne verticale *EF*, *F* sera le métacentre. De *D* menez *DK* perpendiculairement à *EF*. Faites la force du vent qui agit perpendiculairement à la ligne $GD = U$; celle qui agit selon *EF* (qui est égale au déplacement) $= D$.

Comme le mouvement de rotation se fait autour du centre de gravité (§ 10), le moment de forces des voiles pour incliner le Vaisseau sera égal à $DG \times U$; le moment de forces du Vaisseau pour résister à l'inclinaison $= DK \times D$. Mais comme, quelle que soit la longueur de *FD*, elle conserve un rapport constant avec *KD* quand les inclinaisons sont égales, on peut toujours exprimer le moment de résistance du Vaisseau à l'inclinaison par $FD \times D$, lequel moment doit avoir un certain rapport à $DG \times U$, pour que le dégré d'inclinaison soit le même, *DG* étant considérée comme un bras de levier de la seconde ou de la troisieme espece.

Le vent agissant dans la direction *HG* de *H* en *G*, le Vaisseau doit être poussé de *B* en *A*, & la résistance de l'eau agira selon *IL* qui passe au-dessus ou au-dessous du centre de gravité *D*. Si *IL* passe au-dessus du centre de gravité, la stabilité sera plus considérable ; si elle passe au-dessous, elle sera moindre.

C'est un travail considérable de calculer sur le plan de chaque Vaisseau la direction de la résistance de l'eau sur le côté ; & il peut suffire de savoir que la direction moyenne de cette résistance monte moins pour les Bâtimens dont la carene est fort taillée, tant aux extrémités que vers la quille, que pour ceux qui sont pleins partout. Comme ceci ne peut produire un effet considérable sur la stabilité, on peut supposer, sans courir le risque d'une grande erreur, cette direction moyenne passer par le centre de gravité du Vaisseau. Ainsi, le moment de forces des voiles, relativement au centre de gravité du Vaisseau, doit toujours avoir un certain rapport avec tout le poids du Bâtiment, multiplié par la distance du centre de gravité

gravité D au métacentre F; c'eſt-à-dire, le moment de forces des voiles dans tous les Vaiſſeaux doit être égal à $m \times DF \times D$. Il n'appartient qu'à la pratique de déterminer la valeur du coefficient m.

J'ai calculé le moment de forces des voiles pour pluſieurs Bâtimens en uſage, & j'ai trouvé que ſi la longueur du Vaiſſeau de l'étrave à l'étambot $= x$, la quantité $m = \frac{35{,}5}{x^{\frac{1}{3}}}$ à peu-près. Ainſi, le moment abſolu des voiles pour tous les Vaiſſeaux, tant Corſaires que Marchands, $= \frac{35{,}5}{x^{\frac{1}{3}}} \times DF \times D$, Maintenant, ſi le centre de gravité des Frégates de guerre, Corſaires, & de toutes les eſpeces de Bâtimens de moindre grandeur, juſqu'au dernier Yacht, conſtruits ſeulement pour la marche, eſt ſuppoſé toujours dans le plan de flottaiſon (ſuppoſition que l'on peut faire en toute ſûreté, puiſqu'il n'en peut être à une grande diſtance), le moment de forces des voiles ſe comptera dudit plan de flottaiſon. On y eſt d'autant mieux autoriſé que, dans de tels Bâtimens, la charge pour ceux de la même eſpece eſt toujours la même, & les poids qui contribuent à la ſtabilité, y ſont toujours ſemblablement placés.

Il n'en eſt pas de même pour les Vaiſſeaux de commerce; ils prennent différentes cargaiſons qui peuvent différer beaucoup en peſanteur ſpécifique, d'où il réſulte que le centre de gravité peut ſe trouver ou plus haut ou plus bas, le Bâtiment étanr cependant calé au même tirant-d'eau. La charge conſiſtant en marchandiſes de peu de peſanteur ſpécifique, on pourroit faire deſcendre le centre de gravité, en mettant du leſt au fond du Navire; mais on en prend toujours le moins qu'il eſt poſſible, particuliérement lorſque le chargement eſt volumineux. De-là le Vaiſſeau perd néceſſairement de ſa ſtabilité. Si la charge conſiſte en pluſieurs ſortes de marchandiſes de différentes peſanteurs ſpécifiques, un arrangement bien entendu de celles d'un grand poids dans le fond, & des plus légeres en haut, peut procurer la ſtabilité néceſſaire. Il arrive encore que les Vaiſſeaux ſont dans le cas de naviguer ſur leur leſt.

Par-là on voit que le centre de gravité d'un Bâtiment avec ſa charge ne peut être conſtant; donc le moment de ſtabilité varie, & par conſéquent celui de l'effort des voiles.

Cependant l'expreſſion de ce moment, dans toutes ces varia-

tions, eſt également bonne par rapport au déplacement & la poſition du centre de gravité.

On a vu dans le dernier paragraphe la maniere de déterminer la hauteur du centre d'effort du vent ſur les voiles pour le cas où on fait vent-arriere. On trouve dans celui-ci, pour les routes obliques, le produit de l'aire des voiles multipliée par la diſtance de leur centre de gravité commun à la ligne de flottaiſon, ou au centre de gravité du Vaiſſeau.

La détermination, à ces deux égards, de la proportion des voiles la plus propre à procurer le meilleur ſillage, ne pouvant s'opérer que par celle de la poſition en hauteur du centre de gravité des voiles, qui eſt donnée par la direction moyenne de l'effort de l'eau ſur la carene, le Vaiſſeau faiſant vent-arriere, le produit de la diſtance de ce centre de gravité des voiles à celui du Vaiſſeau, multiplié par l'aire des voiles, devant être déterminé par la force du Vaiſſeau pour réſiſter à l'inclinaiſon; il s'enſuit que ſi l'on a deux Vaiſſeaux également longs qui aient le même dégré de force pour réſiſter à l'inclinaiſon, mais que l'un ſouffre un effort de l'eau dont la direction moyenne ſoit plus élevée que pour l'autre, le premier devroit avoir plus de hauteur de mâture, & moins d'envergure que le ſecond. Mais on ne ſauroit toujours ainſi proportionner les voiles; car dans un Bâtiment où la direction moyenne de l'eau s'élévera très-peu, ſi leur moment doit conſerver du rapport avec la ſtabilité, leur centre de gravité ſera néceſſairement plus haut que celui que détermine cette direction, les vergues ne pouvant avoir qu'une certaine longueur pour qu'elles ne ſe gênent pas dans le braſſiage, ou pour que les voiles ne s'abritent pas. Il s'enſuit que toutes les autres circonſtances égales, ces deux Bâtimens naviguant avec leurs perroquets, le premier doit avoir l'avantage; mais s'ils prennent un ris dans les huniers, le dernier doit marcher le mieux.

Il eſt donc impoſſible de proportionner la ſurface & la hauteur des voiles de maniere à procurer dans tous les cas la meilleure marche.

Que le moment des voiles doive être dans le rapport du cube de la longueur du Vaiſſeau, cela me paroît ſans fondement, puiſque la force du vent, ſur des plans de différentes grandeurs, eſt dans le rapport de leur ſurface. A la vérité, les petits Bâtimens

ont souvent plus de voiles, relativement à leur stabilité, que les grands; mais cela n'est fondé que sur ce que l'on veut aller aussi vîte dans une petite embarcation que dans une grande, & même que le petit a souvent besoin de marcher mieux.

On risque moins au surplus de donner trop de voilure aux petits Vaisseaux qu'aux grands, parce que le tems qu'exige la manœuvre est à peu-près dans le rapport des côtés homologues des voiles: ainsi, une voile qui est deux fois aussi larges, deux fois aussi hautes qu'une autre, demande deux fois plus de tems pour la manœuvrer. Donc, lorsqu'il tombe un grain à bord, la manœuvre nécessaire pour en éviter l'effet dangereux, s'exécute en moins de tems sur le petit Vaisseau; c'est pourquoi on ose leur donner un plus grand moment de voilure relativement à leur stabilité.

Les voiles que nous comprenons dans le calcul de ces momens, sont les basses voiles, les huniers, les perroquets, la grande voile d'étai de hune, les grand & petit focs.

On ne parviendra que par des essais à trouver la surface de la voilure d'après le moment d'effort des voiles. On fait un dessein du gréement où les mâts & vergues sont portés dans leur proportion ordinaire. Les voiles y sont pareillement figurées dans leur forme & grandeur. On calcule l'aire de chaque voile, & on en détermine le centre de gravité. Le produit de l'aire d'une voile multipliée par la distance de son centre de gravité à la ligne de flottaison, en est appellé le moment. Si la somme des momens de toutes les voiles est égale au moment donné, on a trouvé ce que l'on cherche. S'il est plus ou moins grand, le dessein doit se réduire jusqu'à ce qu'on parvienne à cette égalité, les voiles conservant leur rapport entr'elles. En divisant ensuite la somme de tous ces momens par la somme de l'aire des voiles, on a la distance du centre de gravité des voiles à la ligne de flottaison.

§ 21.

La position du centre de gravité de la voilure relativement à la longueur du Bâtiment, contribue beaucoup à procurer une marche avantageuse. Elle doit se déterminer d'après la direction moyenne de l'eau, le Vaisseau au plus près; & cette direction dépend de la figure de sa carene suivant laquelle elle passe de l'avant ou de

l'arriere du centre de gravité du Navire. Dans un Bâtiment bien conſtruit, elle doit paſſer par ce centre de gravité, ou de l'avant, mais de très-peu ; de façon que, ſi un fort grain vient tomber ſubitement à bord, le Vaiſſeau ait de la diſpoſition à préſenter au vent, ce qui n'arrivera pas lorſque la direction paſſe en arriere de ce centre.

Dans les Vaiſſeaux qui ſont plus taillés de l'avant à proportion que de l'arriere, la direction moyenne paſſe plus en avant du centre de gravité que dans ceux qui ſont plus pleins dans cette partie : c'eſt pourquoi le centre de gravité des voiles devroit auſſi être plus de l'avant ; mais il y a un inconvénient : c'eſt que le Vaiſſeau incliné par la force du vent doit plonger davantage de l'avant, d'où la réſiſtance augmente ; d'ailleurs dans une mer agitée le tangage ſera plus conſidérable, ce qui retardera prodigieuſement la marche.

L'expérience a fait imaginer un moyen de diminuer le défaut d'être trop ardent ; c'eſt en donnant plus de tirant-d'eau de l'arriere que de l'avant, & cette différence de tirant-d'eau doit être plus grande dans les Bâtimens taillés de l'avant que dans ceux qui ſont pleins, ce qui, au plus près, porte la direction moyenne de l'eau plus de l'arriere. Par-là, le Vaiſſeau devient donc moins ardent, & le centre de gravité des voiles peut être porté plus de l'arriere, de maniere cependant qu'il demeure toujours à un vingtieme de la longueur du Bâtiment de l'étrave à l'étambot en avant du centre de gravité du Vaiſſeau. Sans quoi le Navire inclinant la direction de l'effet du vent dans les voiles, (vu la maniere dont elles ſont orientées en allant au plus près) paſſeroit trop de l'arriere du centre de gravité du Vaiſſeau, d'où il demeureroit toujours trop ardent : & auſſi ce centre de gravité des voiles ne peut pas être ſitué plus d'un dixieme de la longueur du Vaiſſeau en avant de ſon centre de gravité, ſans produire beaucoup de tangage occaſionné par trop de voilure de l'avant.

Plus un Bâtiment eſt ardent, plus, pour diminuer ce défaut, on lui donne de différence de tirant-d'eau ; mais il en peut réſulter l'inconvénient de lui faire perdre de ſa marche, ſur-tout s'il eſt plein dans ſes hanches, & de plus, en virant de bord, il pourra faire de trop grandes arrivées.

Si le Vaiſſeau ne vient pas facilement au vent, il faut porter

plus de lest de l'avant. Mais le Bâtiment en pourra tanguer davantage, & quand il virera de bord, il n'arrivera pas aisément.

Le gouvernail peut remédier au défaut d'être trop ou trop peu ardent; mais en opposant sa résistance à l'eau, il diminuera la marche.

Une conclusion importante qui résulte de tout ceci, c'est qu'il faut donner au Vaisseau une forme de carene telle qu'il ne soit ni trop ni trop peu ardent, & pour cela faire ensorte que la direction moyenne de l'eau, dans la marche au plus près, passe un peu en avant du centre de gravité du Vaisseau, comme nous l'avons dit ci-devant.

§ 22.

Avant de passer à l'application où conduisent les regles & les réflexions précédentes, il sera sans doute utile de donner des méthodes pour trouver facilement le centre de gravité des voiles de toutes les formes, afin d'en calculer les moments ainsi que l'aire.

L'aire d'une voile quarrée ou rectangulaire n'est autre chose que le produit de sa hauteur par sa base. Son centre de gravité est au point d'intersection des diagonales. Mais pour les huniers de la figure du trapeze $ABCD$; si $AB = a$, $CD = b$ & $EF = m$; on aura l'aire $= m \times \frac{a+b}{2}$; & si le centre de gravité est en G, la distance FG sera $=$ * $m \times \frac{2a+b}{3\times(a+b)}$. *Fig. 25.*

On trouve l'aire d'une voile d'étai comme ABC, en en multipliant la base BC par la moitié de la hauteur AG, & son centre de gravité, en divisant deux de ses côtés en deux parties égales, par exemple, en D & E: menant des lignes droites aux angles opposés, elles se rencontrent dans un point qui est ce centre de gravité. *Fig. 26.*

L'aire des voiles à baume, comme le trapésoïde $ABCD$, se trouve, en le réduisant en deux triangles par la ligne AC; la somme de ces deux triangles ADC, ACB donne l'aire du trapésoïde.

Pour en avoir le centre de gravité, on divise ses quatre côtés chacun en deux parties égales en E, F, G, H; de E on trace la ligne EA, de F la ligne FC qui se rencontrent en I; de même de G la ligne GC, de H la ligne HA qui se coupent en K: tracez KI. De E on trace EB, & de H, HD qui se rencon-

* *Mich.* 279.

trent en L; de F on trace FB, & de G, GD qui se rencontrent en M: tracez LM qui rencontre KI en N. N sera le centre de gravité du trapeze $ABCD$.

A présent supposons une Frégate ayant 138 pieds de longueur de l'étrave à l'étambot, 35 pieds & demi de largeur; que DF (*fig.* 24) ou la hauteur du métacentre au-dessus du niveau de l'eau $= 5{,}93$ pieds, & le déplacement $= 29000$ pieds cubiques: alors le moment des voiles calculé de la ligne de flottaison, selon la régle donnée dans le paragraphe 20, doit être $= \frac{35{,}5 \times 5{,}93 \times 29000}{(138)^{\frac{1}{3}}}$.

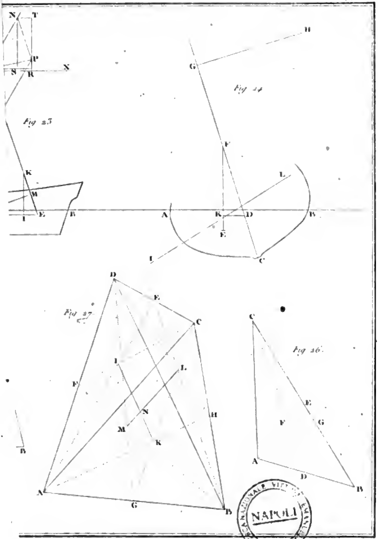
$$\textit{Log. de} \begin{cases} 35{,}5 = 1{,}5502284 \\ 5{,}93 = 0{,}7732110 \\ 29000 = \underline{4{,}4623980} \\ \qquad\qquad 6{,}7858374 \end{cases}$$

$$\textit{Log. de} \begin{cases} 138 = 2{,}1398791 \\ 138^{\frac{1}{3}} = 0{,}7132930 \end{cases}$$

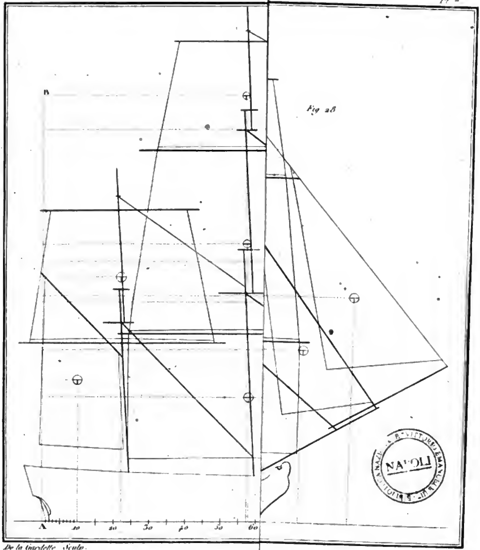
ainsi le logarithme de $\frac{35{,}5 \times 5{,}93 \times D.}{x^{\frac{1}{3}}} = 6{,}0725444$, dont le nombre est $1181842 =$ le moment des voiles à compter de la flottaison.

Si l'on veut proportionner la voilure de cette Frégate de maniere que son moment soit égal au moment ci-dessus, on n'y parviendra que par plusieurs essais, en traçant différens plans de mâts & vergues, à partir d'une proportion ordinaire que l'on fera varier, ce qui donnera diverses voilures. Le centre de gravité de chaque voile se détermine comme dans la figure 28. Ayant calculé l'aire de chaque voile, & pris la distance de leur centre de gravité, tant à la ligne de flottaison qu'à celle AB, l'on range ces quantités dans l'ordre suivant. *Nota.* Le grand foc qui est gréé à la tête du mât de perroquet, devroit l'être à la tête du mât de hune.

Fig. 28.


Fig. 23
Fig. 24
Fig. 27
Fig. 26

Pl. -



De la Gardette Sculp.

Noms des voiles.	Aire des voiles.	Centre de gravité des voiles, par rapport à la ligne de flottaiſon.	Le moment des voiles, par rapport à la ligne de flottaiſon.	Centre de gravité des voiles, par rapport à la ligne *AB*.	Moment des voiles, par rapport à la ligne *AB*.
Artimon.	814	41,2	33536,8	10,0	8140
Perroquet de fougue. . .	1662	70,0	116340,0	22,0	36564
Grande voile.	2440	35,7	87108,0	57,5	140300
Grand hunier.	3028	80,0	242240,0	57,0	172596
Grand Perroquet. . . .	1314	122,1	160439,4	57,0	74898
Grande voile d'étai de hune.	1416	63,5	89916,0	92,7	131263
Miſaine.	1890	35,9	67851,0	120,6	227934
Petit hunier.	2428	74,7	181371,6	121,4	294759
Petit perroquet.	1075	112,4	120830,0	122,8	132010
Grand foc.	644	49,3	31749,2	151,2	97373
Petit foc.	870	58,0	50460,0	164,7	143289
L'aire des voiles =	17581		$\frac{1181842,0}{17581}$ = 67,22,		$\frac{1459126}{17581}$ = 83

Au moyen de quelque tatonnement ſur ces plans, on eſt parvenu à trouver le moment ci-contre, ainſi que le centre de gravité commun de la voilure *C* à 67,22 pieds au-deſſus de la flottaiſon, & à 83 pieds en avant de la ligne *AB*; ou, à peu-près, à $\frac{1}{10}$ de la longueur de l'étrave à l'étambot en avant du centre de gravité du Vaiſſeau. Mais pour que l'on puiſſe voir ſi ce centre de gravité commun eſt bien placé par rapport à la direction moyenne de la réſiſtance de l'eau (§ 19), il eſt néceſſaire de donner la maniere de ſe procurer cette direction moyenne.

§ 23.

On emploie, pour la recherche de la direction moyenne de la réſiſtance de l'eau, le plan ſur lequel on a calculé la réſiſtance directe.

On a enſeigné, dans le paragraphe 18, la maniere de ſe procurer toutes les forces verticales. On en prend les valeurs ſur une échelle, & on les range dans l'ordre ſelon lequel eſt dreſſé la table ſuivante.

La diſtance entre les lignes de flottaiſon = 2,25 pieds, dont le tiers = 0,75, & les deux tiers = 1,50 : De même, la diſtance entre les coupes = 4,95, dont le tiers = 1,65, & les deux tiers = 3,3.

Les forces verticales en avant du Φ couple pour le Corsaire, fig. 47, 48 & 49.

Entre les couples π & β. *fig.* 20.

Entre les li. de flot.	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*
1 & 2	24	3,40	0,88	2,99	23	4,25	1,40	5,95
2 & 3	24	2,64	0,65	1,71	23	3,40	1,15	3,91
3 & 4	24	1,73	0,38	0,65	23	2,64	0,87	2,29
4 & 5	24	0,81	—	—	23	1,73	0,58	1,00
5 & 6	—	—	—	—	23	0,81	—	—
6 & 7								
				5,35				13,15
× la $\frac{1}{2}$ haut. du triang.				$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
Somme des effets.				= 6,02				= 14,79

Entre les couples β & Z.

Entre les li. de flot.	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*
1 & 2	22	3,37	1,25	4,21	21	3,74	1,42	5,31
2 & 3	22	1,72	1,02	2,77	21	3,37	1,34	4,51
3 & 4	22	2,07	0,75	1,55	21	2,72	1,09	2,96
4 & 5	22	1,50	0,49	0,73	21	2,07	0,81	1,67
5 & 6	22	1,00	0,26	0,26	21	1,50	0,56	0,84
6 & 7	22	0,30	0,12	0,03	21	1,00	0,31	0,31
				9,55				15,60
				$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
				= 10,74				= 17,55

Entre les couples *Z* & *X*.

Entre les li. de flot.	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*
1 & 2	20	2,79	1,18	3,29	19	2,83	1,22	3,45
2 & 3	20	2,47	1,03	2,54	19	2,79	1,21	3,37
3 & 4	20	1,92	0,88	1,68	19	2,47	1,05	2,59
4 & 5	20	1,46	0,64	0,93	19	1,92	0,83	1,59
5 & 6	20	0,97	0,38	0,36	19	1,46	0,63	0,91
6 & 7	20	0,50	0,18	0,09	19	0,97	0,36	0,34
				8,89				12,25
× la $\frac{1}{2}$ haut. du triang.				$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
Somme des effets				= 10,00				= 13,78

Entre les couples *X* & *U*.

Entre les li. de flot.	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*
1 & 2	18	2,39	1,02	2,43	17	2,12	0,95	2,01
2 & 3	18	2,47	1,06	2,61	17	2,39	1,06	2,53
3 & 4	18	2,12	0,98	2,07	17	2,47	1,06	2,61
4 & 5	18	1,50	0,70	1,05	17	2,12	0,93	1,97
5 & 6	18	0,90	0,42	0,37	17	1,50	0,69	1,03
6 & 7	18	0,40	0,20	0,08	17	0,90	0,39	0,35
				8,61				10,50
				$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
				= 9,69				= 11,81

Entre les couples *U* & *S*.

Entre les li. de flot.	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*
1 & 2	16	1,90	0,81	1,53	15	1,62	0,75	1,21
2 & 3	16	2,12	0,89	1,88	15	1,90	0,90	1,71
3 & 4	16	2,01	0,89	1,78	15	2,12	0,94	1,99
4 & 5	16	1,58	0,73	1,15	15	2,01	0,88	1,76
5 & 6	16	0,93	0,48	0,44	15	1,58	0,70	1,10
6 & 7	16	0,35	0,20	0,07	15	0,93	0,40	0,37
				6,85				8,14
× la $\frac{1}{2}$ haut. du triang.				$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
Somme des effets.				= 7,71				= 9,16

Entre les couples *S* & *Q*.

Entre les li. de flot.	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*	*Triangles.* N°.	*base.*	*Forces vert.*	*La force × la base.*
1 & 2	14	1,39	0,58	0,80	13	1,07	0,47	0,50
2 & 3	14	1,73	0,78	1,34	13	1,39	0,68	0,94
3 & 4	14	1,84	0,81	1,49	13	1,73	0,83	1,43
4 & 5	14	1,58	0,67	1,05	13	1,84	0,82	1,50
5 & 6	14	0,97	0,46	0,44	13	1,58	0,64	1,01
6 & 7	14	0,40	0,22	0,08	13	0,97	0,44	0,42
				5,20				5,80
				$1+\frac{1}{8}$				$1+\frac{1}{8}$
				= 5,85				= 6,52

Entre

Entre les couples *Q* & *O*.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	12	1,06	0,41	0,43	11	0,72	0,28	0,20
2 & 3	12	1,34	0,60	0,80	11	1,06	0,51	0,54
3 & 4	12	1,61	0,71	1,14	11	1,34	0,66	0,88
4 & 5	12	1,64	0,70	1,14	11	1,61	0,73	1,17
5 & 6	12	1,10	0,50	0,55	11	1,64	0,71	1,16
6 & 7	12	0,40	0,22	0,08	11	1,10	0,43	0,43
				4,14				4,38
× la ½ haut. du triang.				1 + ⅛				1 + ⅛
Somme des effets.				= 4,66				= 4,93

Entre les couples *O* & *M*.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	10	0,72	0,23	0,16	9	0,53	0,20	0,10
2 & 3	10	1,02	0,45	0,45	9	0,72	0,29	0,20
3 & 4	10	1,29	0,56	0,72	9	1,02	0,50	0,51
4 & 5	10	1,40	0,59	0,82	9	1,29	0,59	0,76
5 & 6	10	1,13	0,44	0,49	9	1,40	0,59	0,82
6 & 7	10	0,40	0,20	0,08	9	1,13	0,41	0,46
				2,72				2,85
. . . .				1 + ⅛				1 + ⅛
				= 3,06				= 3,20

Entre les couples *M* & *K*.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	8	0,48	0,17	0,08	7	0,33	0,13	0,04
2 & 3	8	0,67	0,26	0,17	7	0,48	0,20	0,09
3 & 4	8	0,96	0,42	0,40	7	0,67	0,35	0,23
4 & 5	8	1,13	0,47	0,53	7	0,96	0,47	0,45
5 & 6	8	1,08	0,37	0,39	7	1,13	0,51	0,57
6 & 7	8	0,40	0,18	0,07	7	1,08	0,39	0,42
				1,64				1,80
× la ½ haut. du triang.				1 + ⅛				1 + ⅛
Somme des effets				= 1,84				= 2,01

Entre les couples *K* & *H*.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	6	0,31	0,10	0,03	5	0,25	0,07	0,01
2 & 3	6	0,47	0,19	0,08	5	0,31	0,13	0,04
3 & 4	6	0,72	0,31	0,22	5	0,47	0,24	0,11
4 & 5	6	0,93	0,38	0,35	5	0,72	0,35	0,25
5 & 6	6	0,90	0,32	0,28	5	0,93	0,43	0,39
6 & 7	6	0,39	0,16	0,06	5	0,90	0,31	0,27
				1,02				1,07
. . . .				1 + ⅛				1 + ⅛
				= 1,14				= 1,20

Entre les couples *H* & *F*.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert	La force × la base.
1 & 2	4	0,20	0,08	0, . 1	3	0,14	0,04	0,00
2 & 3	4	0,30	0,13	0,03	3	0,20	0,08	0,01
3 & 4	4	0,46	0,22	0,10	3	0,30	0,15	0,04
4 & 5	4	0,73	0,31	0,22	3	0,46	0,23	0,10
5 & 6	4	0,82	0,27	0,22	3	0,73	0,35	0,25
6 & 7	4	0,35	0,14	0,04	3	0,82	0,28	0 22
				0,62				0,62
× la ½ haut. du triang.				1 + ⅛				1 + ⅛
Somme des effets.				= 0,70				= 0,70

Entre les couples *F* & *D*.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	2	0,15	0,03	0,00	1	0,10	0,02	0,00
2 & 3	2	0,22	0,08	0,01	1	0,15	0,06	0,01
3 & 4	2	0,34	0,17	0,05	1	0,22	0,12	0,02
4 & 5	2	0,55	0,20	0,11	1	0,34	0,16	0,05
5 & 6	2	0,79	0,27	0,21	1	0,55	0,27	0,14
6 & 7	2	0,28	0,10	0,02	1	0,79	0,26	0,20
				0,40				0,42
				1 + ⅛				1 + ⅛
				= 0,45				= 0,47

RÉCAPITULATION

Des forces verticales, & des momens produits par ces forces multipliées par leur distance à la perpendiculaire de l'étrave.

Entre les couples.	N°. des triangles.	Sommes de l'effet vertical de tous les triangles du même nombre.	Dist. du centre de gravité des triangles, à la perpendiculaire de l'étrave.	Momens de forces par rapport à la perpendiculaire de l'étrave.
π & β	24	6,02	5,65	34,01
	23	14,79	7,30	107,97
β & *Z*	22	10,74	10,60	113,84
	21	17,55	12,25	214,99
Z & *X*	20	10,00	15,55	155,50
	19	13,78	17,20	237,02
X & *U*	18	9,69	20,50	198,64
	17	11,81	22,15	261,59
U & *S*	16	7,71	25,45	196,22
	15	9,16	27,10	248,24
S & *Q*	14	5,85	30,40	177,84
	13	6,52	32,05	208,97
Q & *O*	12	4,66	35,35	164,73
	11	4,93	37,00	182,41
O & *M*	10	3,06	40,30	123,32
	9	3,20	41,95	134,24
M & *K*	8	1,84	45,25	83,26
	7	2,02	46,90	94,74
K & *H*	6	1,14	50,20	57,23
	5	1,20	51,85	62,22
H & *F*	4	0,70	55,15	38,60
	3	0,70	56,80	39,76
F & *D*	2	0,45	60,10	27,04
	1	0,47	61,75	29,02
Somme des effets =		147,99	S. des mom. =	3191,40

Entre la perpendiculaire de l'étrave & le couple π.						
Entre les lignes de flottaiſon.	N°. des triangles.	Forces verticales.	Baſe.	Effets.	Du centre de gravité à la perpendiculaire de l'étr.	Momens.
1re. & ſeconde.	25	0,98	2,02	1,97	3,33	6,56
1re. & ſeconde.	26	0,48	1,08	0,51	2,64	1,34
2e. & troiſieme.	25	0,78	1,08	0,84	3,62	3,04
Entre la perpendiculaire de l'étrave & le couple β.						
4e. & cinquieme.	23	0,58	1,72	0,99	7,55	7,47
4e. & cinquieme.	24	0,28	0,80	0,22	6,07	1,33
5e. & ſixieme.	23	0,39	0,80	0,31	8,00	2,48
				4,84		22,22

× la demi-hauteur du triangle. . . . . $1+\frac{1}{8}$ . . . . . . $1+\frac{1}{8}$
Somme des effets. . . . . 5,44 momens. 25,00
Ajoutez les ſommes ci-deſſus. 147,99. 3191,40
L'effet vertical de l'étrave. . . . . 8,10 mom. = 48,60
Effet vertical total à l'avant du Φ couple = 161,53 mom. = 3265,00

Ainſi $\frac{3265,00}{161,53} = 20,21$ = la diſtance du centre de gravité à la perpendiculaire de l'étrave.

Il nous reſte, pour avoir la direction moyenne, à connoître la quantité de la réſultante des réſiſtances directes, & la diſtance à laquelle cette réſultante paſſe du plan de flottaiſon. Cette réſiſtance directe ſe trouve par les tables du paragraphe 18, & on doit obſerver une fois pour toutes que la réſultante de chaque force particuliere, tant directe que latérale ou verticale, paſſe toujours par le centre de gravité des triangles.

Ces forces & la diſtance de leur centre d'effort à la flottaiſon, ſe rangent dans l'ordre de la table ci-après, &, ſe multipliant l'une par l'autre, elles donnent les momens.

Entre les lignes de flottaison.	Forces directes.	Distances du centre de gravité des forces directes, à la flottaison.	Momens.
1re. & 2e.	19,47	0,75	14,60
	17,01	1,50	25,51
2e. & 3e.	14,78	3,00	44,34
	10,56	3,75	39,60
3e. & 4e.	9,38	5,25	49,24
	6,51	6,00	39,06
4e. & 5e.	5,91	7,50	44,32
	3,56	8,25	29,37
5e. & 6e.	2,92	9,75	28,47
	1,01	10,50	10,60
6e. & 7e.	0,83	12,00	9,96
	0,12	12,75	1,53
Etrave.	13,16	4,40	57,97
Résistance directe =	105,22	momens =	394,57

Ainsi, $\frac{394,57}{105,22} = 3,75$ = la distance du centre de gravité des forces directes au plan de flottaison supérieur.

On trouve par le même procédé, que l'effet vertical de l'eau sur la partie de l'arriere du Φ couple = 134, & que son centre d'effort est à une distance de la perpendiculaire de l'étambot de 24,4 pieds; que la résistance directe toujours de l'arriere = 76,39, & que la distance de son centre d'effort à la flottaison = 3,62 pieds.

D'après le paragraphe 17, les effets de l'eau sur la partie de l'avant, doivent être multipliés par 6, & ceux sur la partie de l'arriere par 7. Il revient au même de laisser subsister la valeur des effets de l'avant, & d'augmenter ceux de l'arriere d'un sixieme; ces effets auront entr'eux le rapport suivant :

En avant du Φ couple. { Effet direct = 105,22
Effet vertical = 161,53 }

En arriere du Φ couple. { Effet direct = 89,13
Effet vertical = 156,30 }

On marquera sur le plan du Vaisseau, *fig.* 48, le point *A* à une distance de 20,21 pieds de la perpendiculaire de l'étrave, & de 3,75 pieds de la ligne de flottaison. De ce point on tracera les lignes *AC*, *AD* l'une parallele, l'autre perpendiculaire à cette ligne de flottaison; on fait les lignes *AC*, *AD* dans le rapport de 105,22 à 161,53. Finissant à l'ordinaire le parallélograme *ADEC*, on aura la direction moyenne de l'eau selon la diagonale *EA*.

On trouvera, par la même méthode, la direction moyenne en arriere du ⊕ couple. Prolongeant ces directions, & faisant la construction dont on a parlé dans le paragraphe 19, on trouvera que le centre de gravité de la voilure pour ce Bâtiment, lorsqu'il a vent-arriere, doit être à une hauteur au-dessus de la flottaison, de 89,8 pieds. On appelle ce centre *le point vélique*.

Si l'on fait la même opération sur la Frégate dont on a cherché les dimensions de la voilure (§ 22), on verra si le centre de gravité des voiles est trop haut ou trop bas.

Mais comme ce point vélique est seulement pour le cas du vent-arriere, il ne faudra faire entrer dans le calcul, que les voiles qui peuvent porter alors.

Et comme une grande surface de voile, ainsi qu'on l'a déja dit dans le paragraphe 19, ne donne point au Vaisseau une vîtesse proportionnée à son aire quand leur centre de gravité commun se trouve au-dessus ou au-dessous du point vélique, il s'ensuit qu'il est important de connoître ces points pour tous les Vaisseaux (au moins pour ceux de guerre & pour les Corsaires), afin de trouver le moyen, en faisant usage d'une certaine voilure, de rapprocher le plus qu'il sera possible son centre de gravité du point vélique.

CHAPITRE VI.

Des dimenſions & des différentes formes de Vaiſſeaux.

§ 24.

PAr les dimenſions & la forme des Vaiſſeaux, on entend leurs longueur, largeur, tirant-d'eau : le plus ou le moins de capacités de la carene & l'endroit où ſont portées leſdites capacités.

S'il n'eſt queſtion que d'un Bâtiment qui doive aller de l'avant au moyen des avirons, il ne ſera pas difficile d'en déterminer la forme : ayant ſeulement égard à la quantité qu'il doit porter, on rendra le plan de réſiſtance le plus petit qu'il ſera poſſible. Mais s'il s'agit d'un Vaiſſeau qui, avec une certaine charge, au moyen des voiles, non-ſeulement doive naviguer d'un vent favorable, mais même gagner dans le vent de vent contraire, l'on verra que la forme d'un Navire, dont la conſtruction doit remplir cet objet, deviendra bien plus difficile à déterminer que l'on pourroit le croire : néanmoins, nous nous propoſons d'examiner quelles ſont les proportions & la forme qui pourroient procurer la marche la plus avantageuſe, ſans avoir égard aux autres qualités du Vaiſſeau.

Pour qu'un Bâtiment aille bien au plus près du vent, non-ſeulement il faut rendre ſon plan de réſiſtance le plus petit qu'il eſt poſſible, mais encore lui donner un grand moment de ſtabilité, pour qu'il puiſſe porter beaucoup de voiles ſans que l'inclinaiſon devienne conſidérable.

F. 29 & 30. Suppoſons donc deux corps de différentes formes. Soit (*fig.* 29) un de ces corps compoſé de deux priſmes triangulaires *AGE*, *GCE* dont le plan ſupérieur *AGCF* ſoit pris pour la flottaiſon, & de la figure d'un romboïde ; que l'autre deſdits corps ſoit formé de deux coins *ABGE*, *CGED* (*fig.* 30) & ait pour plan ſupérieur le rectangle *ABCD* pris auſſi pour la flottaiſon : ces deux corps étant

mus dans l'eau, ce fluide s'échappera néceſſairement par la voie la plus courte *: ainſi, dans le premier cas (*fig.* 29), l'eau ſe dirigera le long du côté du Vaiſſeau, & dans le ſecond (*fig.* 30), elle paſſera en-deſſous.

Suppoſons ces corps pouſſés dans l'eau par le moyen d'une voilure en rapport avec la ſtabilité. Soit leur demi-longueur $= L$, leur demi-largeur $= B$, & leur tirant-d'eau $= D$; d'où le moment de ſtabilité (*fig.* 29) ſera ** $= \frac{B^3 \times L}{4}$ (§ 6) & le plan de réſiſtance $= \frac{B^3 \times D}{L^2 + B^2}$ (§ 13). Mais la largeur croiſſant, le plan de réſiſtance *** croîtra dans le même rapport que le moment de ſtabilité : par conſéquent, un corps d'une telle figure ne pourroit acquérir une grande vîteſſe par le moyen des voiles, & marcheroit peu au plus près.

Le moment de ſtabilité du corps (*fig.* 30) ſera $= B^3 L$ ¶, & le plan de réſiſtance $= \frac{D^3 B}{L^2 + D^2}$. Comme le moment de ſtabilité croîtroit en raiſon triplée de la largeur, pendant que le plan de réſiſtance croîtroit ſeulement dans le rapport ſimple de ladite largeur, cette forme eſt la plus avantageuſe pour la marche au plus près; & ce corps devant être pouſſé dans l'eau, le quarré de ſa vîteſſe ſera en raiſon directe de l'aire de la voilure, & en raiſon inverſe du plan de réſiſtance. Mais le moment de la ſtabilité eſt comme celui de la voilure, & le moment de la voilure eſt comme celui de l'aire des voiles, multipliée par la hauteur d'un certain point, laquelle hauteur eſt auſſi proportionnelle à la hauteur de la voilure :

---

* Cela n'eſt rien moins que démontré ; les particules élémentaires du fluide peuvent bien prendre la voie la plus longue pour s'échapper, ſi elles y trouvent plus de facilité à ſe dégager : cela paroit être le cas de la figure 30 où le fluide ſemble devoir s'échapper auſſi, au moins en grande partie, le long du côté du Bâtiment ayant, pour paſſer en-deſſous, à refouler une colonne de fluide qui réſiſte d'autant plus qu'elle eſt à une plus grande profondeur.

** $\int y^3 dx = $ (*fig.* 29) $\frac{B^3 L}{4}$ (§ 6); par conſéquent, $2 \times \frac{B^3 L}{4}$ pour les parties de l'avant & de l'arriere, & $\frac{2}{3} \int y^3 dx = \frac{B^3 L}{3}$.

*** Le plan de réſiſtance ne croît pas dans le même rapport que le moment de ſtabilité ; ce que l'on voit par leurs expreſſions. Le diviſeur du moment de ſtabilité eſt conſtant, & la largeur variable, ou B, ſe trouve dans le diviſeur du plan de réſiſtance.

¶ $\frac{4 B^3 L}{3}$.

par conſéquent, l'aire de la voilure eſt comme le moment de ſtabilité élevé à la puiſſance $\frac{2}{3}$, c'eſt-à-dire, comme $(B^3 L)^{\frac{2}{3}}$. A préſent, l'aire de la voilure diviſée par le plan de réſiſtance $= \frac{(B^3 L)^{\frac{2}{3}}}{B \times D^3} \times (L^2 + D^2) =$ * $B \times \left(\frac{L^{\frac{8}{3}}}{D^3} + \frac{L^{\frac{2}{3}}}{D}\right)$; & de-là, la vîteſſe ſera comme $B^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}} + \frac{L^{\frac{1}{3}}}{D^{\frac{1}{2}}}\right)$. Mais $L^{\frac{1}{3}}$ eſt très-petite en comparaiſon de $L^{\frac{4}{3}}$, ainſi on peut négliger le dernier terme de l'expreſſion, & la vîteſſe peut être régardée comme $\frac{B^{\frac{1}{2}} \times L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}}$.

Par tout ceci l'on voit que quand l'aire de la flottaiſon eſt donnée, un corps flottant ou un Vaiſſeau, pour bien marcher au plus près, doit avoir beaucoup de longueur par rapport à ſa largeur, & le moindre tirant-d'eau poſſible.

Mais ſi l'aire de la flottaiſon n'eſt pas donnée, qu'il n'y ait que la longueur, alors il faut donner une grande largeur, parce que la vîteſſe croît comme la racine quarrée de la largeur; & ſi c'eſt la largeur qui eſt donnée, il faut beaucoup de longueur, puiſque cette dimenſion eſt élevée à la puiſſance $\frac{4}{3}$, le tirant-d'eau ſuppoſé conſtant. Mais ſi, ſur une certaine longueur ou largeur déterminée, on peut augmenter à volonté une de ces dimenſions, il eſt plus avantageux, par rapport à la vîteſſe, d'augmenter la longueur que la largeur.

On ne peut donc aſſigner aucun rapport conſtant entre la longueur, la largeur & le tirant-d'eau.

Par l'expreſſion de la vîteſſe ci-deſſus, on voit qu'un grand Bâtiment doit marcher mieux qu'un petit qui lui ſeroit ſemblable, mais qu'il ne ſeroit queſtion que de diminuer le tirant-d'eau pour faire marcher le petit auſſi bien que le grand. Car ſi la vîteſſe du grand $\frac{B^{\frac{1}{2}} L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}} = 12$; que les longueur, largeur & tirant-d'eau du petit ſoient égaux à l, b & d, la profondeur d ſera $= \left(\frac{b^{\frac{1}{2}} l^{\frac{4}{3}}}{12}\right)^{\frac{2}{3}}$ pour que ces

* C'eſt $= B \times \left(\frac{L^{\frac{8}{3}}}{D^3} + \frac{L^{\frac{2}{3}}}{D}\right)$.

Bâtimens,

Bâtimens, construits de la même forme, marchent aussi bien.

La profondeur, dont il est ici question, ne se prend pas à partir de la quille, mais c'est la distance entre le plan de flottaison & le plat du Vaisseau. Comme cette distance *AB* (*fig.* 31), suivant l'objet que nous nous proposons, donne peu de tirant-d'eau, ce qui doit occasionner de la dérive, pour obvier à cet inconvénient, on peut faire en-dessous l'addition *DEF*, de maniere que la quille *F* ira encore à une certaine profondeur, & par ce moyen s'opposera à la dérive dans les routes obliques; ou, pour de petits Bâtimens, on peut se servir de cette piece appellée *dérive* que l'on emploie dans les Smacks, &c. *Fig.* 31.

La forme de la figure 30 seroit bonne par rapport à la direction de l'eau, & au plein de la flottaison dans la navigation au plus près, s'il étoit possible que la mer fût tranquille. Mais comme un Vaisseau ne peut, sans vent, aller de l'avant au moyen des voiles, & que le vent fait élever la lame, donnant à un Vaisseau une proue d'une telle forme, il éprouveroit, dans la route au plus près, un choc trop considérable de la part des vagues, ce choc se trouvant dans une opposition directe avec la proue. La vitesse en seroit fort retardée; c'est pourquoi, au lieu de donner à la partie de l'avant du plan de flottaison la figure d'un rectangle, il faut qu'elle soit arrondie ou un peu en pointe. Cela diminuera bien quelque chose du moment de stabilité, mais l'effet des vagues en sera considérablement moindre. *Fig.* 30.

Quant à la partie de l'arriere, il n'y auroit pas de difficulté à lui donner une figure rectangulaire, relativement à l'effet des vagues; mais par les raisons que l'on a vues dans le paragraphe 12, il convient d'y faire quelque changement.

§ 25.

Comme on ne peut rien arrêter d'après le dernier paragraphe touchant le rapport qui doit se trouver entre la longueur, la largeur & la profondeur d'un Bâtiment, & que ses qualités cependant dépendent beaucoup de ce rapport, il faut faire une énumération de celles de ces qualités qui conviennent à un Vaisseau de commerce, pour de-là déterminer le rapport le plus avantageux & le plus propre à produire telles ou telles qualités demandées.

Un Bâtiment de commerce doit :

1°. Pouvoir prendre une grande charge à proportion de sa grandeur.

2°. Marcher bien au plus près du vent, afin de se relever facilement d'une côte où il pourroit se trouver affalé, & bien virer de bord malgré une mer houleuse.

3°. Se manœuvrer avec un Equipage peu nombreux, relativement à sa cargaison.

4°. Pouvoir naviguer avec peu de lest.

Pour procurer ces avantages à un Vaisseau, il paroît :

1°. Que pour prendre beaucoup de charge, relativement à sa grandeur, il devroit avoir beaucoup de largeur & de profondeur, par rapport à sa longueur, & être fort plein dans ses fonds. Un tel Bâtiment pourroit aussi se manœuvrer avec un petit nombre d'Equipage, à proportion de sa cargaison. Mais il ne marcheroit jamais bien, & il ne pourroit s'élever dans le vent.

2°. Que pour donner la qualité de la marche & de gagner au vent afin de pouvoir se relever d'une côte, ainsi que de bien virer de bord dans une mer houleuse, il faut se procurer un moment de stabilité considérable à proportion du plan de résistance, afin de pouvoir porter beaucoup de voiles malgré un grand vent : pour cela, il faut donner au Vaisseau dont il est question, beaucoup de largeur par rapport à sa longueur ; le remplir beaucoup vers la flottaison, le taillant dans ses fonds. Un tel Bâtiment exigeroit un nombreux Equipage à cause de la grandeur de ses voiles & de la pesanteur de ses ancres.

3°. Que s'il est question de naviguer un Vaisseau avec peu de monde, à proportion de la charge, il faudra qu'il ait peu de surface de voiles, & des ancres de peu de pesanreur. Pour cela, il lui faut peu de largeur par rapport à sa longueur.

Il pourra aussi porrer une grande charge, par rapport à son Equipage, en lui donnant beaucoup de plein dans ses fonds : mais un tel Bâtiment marchera peu au plus près, & virera difficilement dans une mer houleuse.

4°. Que pour pouvoir faire naviguer un Navire avec peu de lest, il faut remplir la flottaison qu'il doit prendre sur ce lest seulement ; il faut qu'il soit large & peu élevé sur l'eau. Un Bâtiment de cette

eſpece pourroit prendre une aſſez grande charge à proportion de ſa grandeur : mais il ne pourroit être bon boulinier quand il auroit ſa charge, ſur-tout, ſi c'eſt un grand Vaiſſeau, à moins de lui donner une voilure conſidérable, ce qui entraineroit la néceſſité d'un fort Equipage.

Ceci prouve encore que l'on ne peut rien arrêter touchant la longueur, la largeur & la profondeur des Vaiſſeaux, puiſque les différentes qualités exigent des conditions diamétralement oppoſées entr'elles. On peut bien réunir deux de ces avantages dans une certaine forme & de certaines proportions de Vaiſſeaux, mais il eſt impoſſible de les y raſſembler toutes quatre dans un point éminent. Il ne peut gagner d'un côté ſans perdre de l'autre.

C'eſt pourquoi, pour un Bâtiment de commerce, il faut combiner ces qualités de maniere qu'il ait le plus poſſible de chacune. C'eſt-à-dire, que l'expreſſion repréſentant la vîteſſe & la quantité de la charge, diviſées par le nombre de l'Equipage & la quantité du leſt, ſoit un *maximum*.

Cependant, comme certaine ſpéculation de commerce peut exiger une qualité de préférence à un autre ; la nature dudit commerce ; les parages où on doit naviguer ; les Ports où on eſt obligé de mouiller : tout cela doit entrer en conſidération pour déterminer leſquelles des qualités doivent prévaloir, ſans rien changer à la grandeur des Bâtimens.

Il faut encore obſerver que les qualités des Vaiſſeaux ſemblables varient dans un autre rapport que celui de leur grandeur.

Si la largeur eſt repréſentée par la variable B, le port du Vaiſſeau variera dans le rapport des B^3 ; la vîteſſe du ſillage $\frac{B^{\frac{1}{2}} L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}}$ variera dans celui des $B^{\frac{1}{3}}$, & le nombre de l'Equipage qui doit être proportionnel à l'aire de la voilure $B^2 L^{\frac{2}{3}}$, variera dans le rapport des $B^{\frac{8}{3}}$. Ainſi, ſuppoſons deux Bâtimens ſemblables l'un de 320 laſtes, & l'autre du huitieme de cette capacité ou de 40 laſtes, lorſque le plus grand fera dix nœuds, le petit n'en fera que huit ; & ſi le grand navigue avec vingt-quatre hommes d'Equipage, il en faudra quatre au petit qui cependant, ſuivant le rapport des capacités des deux Vaiſſeaux, devroit pouvoir ſe naviguer avec trois

hommes. De-là l'on voit qu'en *faiſant les petits Bâtimens ſemblables aux grands, ces premiers marcheront moins bien*, & exigeront un plus nombreux Equipage à proportion de leurs capacités que les grands.

Nous avons vu plus haut qu'on pouvoit procurer à un petit Bâtiment une marche auſſi avantageuſe qu'à un grand, en augmentant ſon moment de ſtabilité, & diminuant celui de réſiſtance; mais comme alors il auroit plus de voilure, il faudroit augmenter ſon Equipage.

Il eſt poſſible de faire naviguer un petit Bâtiment avec un Equipage proportionné à ſa capacité, mais ce ne peut être qu'en diminuant la voilure, & alors il marchera moins bien. On pourroit remédier à ce défaut juſqu'à un certain point, en donnant moins de largeur, mais nous avons vu que ce ne feroit pas ſans inconvénient; ainſi on trouve qu'il faut préférer, dans les petits Bâtimens, la qualité d'une marche avantageuſe à la faculté de pouvoir épargner ſur le nombre de l'Equipage.

La vîteſſe étant dans le rapport des $\frac{B^{\frac{1}{6}} L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{8}}}$, elle augmente lorſque la profondeur diminue, & qu'en même tems la longueur & la largeur augmentent. On remplit plus facilement cet objet en ajoutant à la longueur: mais pour la plus grande ſûreté de la navigation, pour que le Navire chargé par un grain puiſſe venir au vent, & afin qu'il vire aiſément de bord ſur une mer mâle, il convient mieux d'augmenter ſa largeur; d'où il réſultera que le métacentre ſe trouvera plus élevé: la voilure pourra donc avoir plus de ſurface: mais encore une fois, ce Vaiſſeau exigera un plus nombreux Equipage.

On voit donc que *les grands & les petits Bâtimens ne peuvent point, avec la même forme, naviguer avec la même ſûreté*, & on ne peut pas éviter l'inconvénient de la néceſſité d'un plus nombreux Equipage à proportion ſur les petits Bâtimens; comme au lieu de quatre hommes, ſix, &c.

Ainſi, que les petits Bâtimens ne peuvent pas avoir les mêmes avantages que les grands, lorſqu'il eſt queſtion de les employer au même commerce.

Comme les petits Bâtimens perdent du côté de la marche à être

d'une forme semblable à celle des grands, de même les grands gagneroient à cet égard à être formés comme les petits; on pourroit donc en conclure qu'il faudroit donner aux grands Vaisseaux la même forme qu'on donne aux petits, puisque par-là ils gagneroient du côté de la marche. Mais pour les Vaisseaux de commerce où il est d'autant plus nécessaire de donner de fortes capacités dans l'eau, qu'ils sont plus grands, & qu'ils ont rarement besoin d'une marche supérieure, pourvu qu'ils se soutiennent assez bien dans le vent pour n'être pas affalé sur une côte; considérant d'ailleurs que ces Vaisseaux perdroient de l'avantage de naviguer avec peu de monde, & de plus qu'un grand Bâtiment coûte plus à construire à proportion qu'un petit: pour ces sortes de Vaisseaux, dis-je, il faut tâcher de réunir les qualités les plus avantageuses à l'intérêt de l'Armateur.

Toutes ces discussions ne nous menent pas encore à la détermination du rapport à donner entre la longueur, la largeur & la profondeur des Vaisseaux, & on voir que la théorie seule n'y suffit pas: il faut donc faire intervenir la pratique, & voir par divers essais, par différentes expériences, comment différens Bâtimens se comportent dans les différens cas. Alors, d'abord on peut, au moyen des expressions ci-dessus, parvenir à donner aux Bâtimens grands ou petits les qualités qu'on y désire, & les porter à un certain dégré par rapporr à celles d'un Vaisseau connu.

Au surplus, la table N°. 1 que l'on trouve à la fin de ce livre, d'après laquelle on peut régler toutes les proportions des Vaisseaux de commerce d'après les plus grands, comme ceux destinés à celui des Indes, jusqu'aux plus petits, est fondée sur l'expérience, & peut servir de guide pour dresser le plan d'un Bâtimenr, de quelque port qu'on le demande.

Mais comme il n'est pas possible de former un Vaisseau qui réunisse, jusqu'à un certain point, toutes les qualités que l'on pourroit désirer, on a, pour cette raison, donné dans la table quatre especes de Bâtimens.

La construction de la premiere sorte, sous la dénomination de Frégate, est pour remplir l'objet de faire naviguer le Vaisseau dans les mers où on a quelques hostilités à craindre: ainsi, ils doivent pouvoir porter du canon, & aussi bien marcher: & comme le fer-

vice du canon exige un certain nombre d'Equipage, on peut donner à ce Bâtiment plus de voilure. Avec du canon, un Vaisseau a beaucoup de poids au-dessus de la flottaison; de plus, il a à porter une plus grande voilure; il doit donc, pour être stable, avoir son métacentre d'une hauteur raisonnable au-dessus de la flottaison; c'est pourquoi il lui faut beaucoup de longueur & de largeur à proportion de la solidité de sa carene.

La troisieme espece, sous la dénomination de Barques ou Chattes, est celle des Bâtimens qui n'ont pas ou que peu de canons; qui sont bâtis seulement pour le commerce; dont l'objet est de porter la plus grande charge, & de naviguer avec le plus petit nombre d'Equipage qu'il sera possible. Il faut qu'ils aient le plus qu'il se pourra les qualités dont il a été question dans le courant de ce paragraphe.

La deuxieme espece, sous la dénomination de *heck-bott* & *de Pinck*, est celle des Bâtimens qui, quant aux qualités, gardent un milieu entre la premiere & la troisieme.

La quatrieme espece, sous la dénomination de Bâtiment plat, a les mêmes qualités que la troisieme; mais n'ayant pas autant de tirant-d'eau en charge, elle exige moins de lest.

On verra mieux, par la table & par les plans que contient notre Ouvrage en planche *, la différence qu'il y a entre ces quatre especes de Bâtimens.

Si on trouve nécessaire de porter une certaine qualité à un plus grand dégré que ne la donneroient les proportions de la table, on pourra opérer ce changement d'après les principes établis: mais il ne faut pas oublier qu'on ne peut améliorer une qualité qu'au dépend d'un autre. La table est si claire qu'elle n'exige, pour toute explication, qu'un exemple: ainsi, on demande les proportions & la grandeur d'une Barque de 200 lastes forts.

Par un laste fort on entend 18 Skipond, poids de fer; le Skipond, poids de fer = 320 livres: ainsi, un laste fort = 5760 livres. Un pied cubique d'eau de mer pese 63 ** livres: donc un laste fort est à peu-

* Cet Ouvrage, intitulé *Architectura Navalis mercatoria, &c.*, est rare & cher; il se vend à Amsterdam 180 liv. en feuille; on peut le voir à Brest, à la Bibliotheque de l'Académie Royale de Marine: au surplus, en dressant des plans suivant la table N°. 1, on pourra les comparer.

** 1000 livres de Suede = 863,8 livres de France; 13 pouces $\frac{1}{8}$ de Suede = 12 pouces (pied de Roi): ainsi, si le pied cubique Suédois d'eau de mer pese 63, le pied cubique de France de cette eau pesera 71,17 l. poids de marc.

près égal à 91 pieds cubiques d'eau de mer : ainſi, deux oens laſtes forts = 18200 pieds cubiques d'eau de mer.

Logarithmes.	*Logarithmes.*
$P = 18200$ * $= 4,2600714$	$x = 2,0612332$
$P^{\frac{22}{21}} = D = 4,4676938 = 29350.$	2) $4,1224646$
$52 = 1,7160033$	$x^{\frac{2}{3}} = 1,3741548$
3) $6,1836971$	$18,8 = 1,2741578$
$x = 2,0612323 = 115,14.$	$d = 0,0999960 = 1,259.$
4	$x^{1+\frac{1}{10}} = 2,1642939$
5) $8,2449292$	$\zeta = 1,4798994$
$x^{\frac{4}{5}} = 1,6489858$	$3,6441933$
$1,476 = 0,1690864$	$1,5 = 0,1760913$
$\zeta = 1,4798994 = 30,19.$	$W = 3,4681020 = 2938.$
$x = 2,0612323$	$x^{\frac{21}{20}} = 2,3704171$
$0,0687077$	$43,2 = 1,6354837$
$x^{1-\frac{1}{10}} = 1,9925246$	$V = 0,7349334 = 5,43.$
$7,032 = 0,8470789$	$x^{\frac{11}{20}} = 1,1336777$
$h = 1,1454457 = 13,978.$	$2,147 = 0,3318320$
$x = 2,0612323$	$S = 0,8018457 = 6,337.$
$0,1030616$	$x^{\frac{11}{20}} = 1,1336777$
$x^{1+\frac{1}{10}} = 2,1642939$	$30 = 1,4771213$
$1,76 = 0,2455127$	$30\, x^{\frac{11}{20}} = 2,6107990 = 408,1.$
$D = 4,4676938$	$x^{\frac{21}{20}} = 2,3704171 = 234,6.$
$4,7132065$	$2,2392995 = 173,5.$
$x^{1+\frac{1}{10}} = 2,1642939$	$64 = 1,8061800$
$\Phi = 2,5489126 = 353,9.$	$L = 0,4331195 = 2,711.$
$x = 2,0612323$	$x^3 = 6,1836969$
$x^{\frac{1}{2}} = 1,0306161$	$6,6168164$
$8,4 = 0,9242793$	$52 = 1,7160033$
$k = 0,1063368 = 1,277.$	$M = 4,9008131 = 79590.$

Ainſi, une Barque de 200 laſtes forts de port doit avoir ** 29350 pieds cubiques de déplacement, en dehors des membres; 115,14

* 18200 = 4,2600714 ; on entend que cela veut dire 18200 = le nombre du logarithme 4,2600714, & ainſi des autres.

** $P^{\frac{22}{21}} = 29035$, & non pas 29350.

pieds de longueur de l'étrave à l'étambot ; 30,19 pieds de largeur en dehors des membres ; 13,98 pieds, mesurés au Φ couple, de la ligne de flottaison au can supérieur de la rablure de la quille : la surface du Φ couple sera de 353,9 pieds quarrés ; la quille aura de hauteur, à partir du can supérieur de la rablure, 1,277 pieds ; pour différence du tirant-d'eau de l'arriere à celui de l'avant, on aura 1,259 pieds ; la surface du plan de flottaison supérieur sera de 2938 pieds quarrés. Le centre de gravité du déplacement sera en dessous de la ligne de flottaison, de 5,43 pieds. $\frac{2}{3}\int y^3 dx$, ou la distance de ce centre de gravité au métacentre sera de 6,337 pieds : il y aura entre le métacentre & le centre de gravité commun du Vaisseau & de sa charge, une distance de 2,711 pieds : d'où le moment de stabilité absolue = 79590.

Ce sont d'après ces mêmes regles qu'ont été calculées les proportions des Bâtimens de commerce des tables N°. 2, 3, 4 & 5.

Pour qu'on puisse trouver tout d'un coup les propriétés des Bâtimens, proportionnées d'après la table N°. 1, on a construit la figure 32 où les chiffres 20, 40, 60, &c. représentent la longueur de l'éttave à l'étambot. *Fig. 32.*

Si AB est la ligne de flottaison : pour une Barque, CCB sera le le lieu du centre de gravité de déplacement ; DDB celui du métacentre ; EEB celui du centre de gravité commun du Vaisseau & de sa charge. Pour une Frégate, FFB sera le lieu du centre de gravité de déplacement ; GGB celui du métacentre ; HHB celui du Vaisseau avec sa charge : ainsi, pour un Bâtiment en forme de Barque de 80 pieds de longueur, la distance de la ligne de flottaison au centre de gravité de déplacement = LC ; la hauteur du métacentre au-dessus de la ligne de flottaison = LD ; cette ligne de flottaison est au-dessus du centre de gravité du Vaisseau avec sa charge d'une quantité = LE.

Mais quand il est question d'une Frégate, la distance du centre de gravité du déplacement à la flottaison = LF ; la hauteur du métacentre au-dessus de la flottaison = LG ; le centre de gravité du Vaisseau & de sa charge est en dessous de la flottaison d'une quantité = LH. La ligne IIB détermine la longueur que doit avoir le grand mât à proportion de la stabilité ; c'est-à-dire, que la hauteur du mât au-dessus de la flottaison, est déterminée par la distance de IIB à AB.

Si

Si on donne aux grands & petits Vaiſſeaux une forme ſemblable à celui de 110 pieds de longueur, alors la ligne droite *MB* ſera le lieu du métacentre, & l'autre ligne *KKB* déterminera la longueur du grand mât, relativement à la ſtabilité.

En déterminant le centre de gravité du Vaiſſeau & de ſa charge, on a ſuppoſé ſemblables les cargaiſons des Bâtimens; de ſorte que, ſi la Barque de 80 pieds de longueur a ſon centre de gravité en *E*, le centre de gravité des autres Barques doit ſe trouver dans la ligne *EEB*: de même, le centre de gravité de toutes les Frégates eſt ſur la ligne *HHB*.

§ 26.

Le lieu où l'on place le maître couple influe beaucoup ſur la forme du Bâtiment. Lorſqu'on a un plan de Vaiſſeau à faire, on connoît déja ſon déplacement; ſes longueur, largeur & profondeur; le lieu de ſon centre de gravité. Si l'on porte ſur ce plan le Φ couple trop de l'avant ou trop de l'arriere: trop de l'avant, la courbure aura trop de maigre dans cette partie; trop de l'arriere, elle aura trop de gras: & au contraire de l'arriere. Cela ne peut manquer d'être ainſi, pour que le centre de gravité demeure invariablement dans le point donné. Il y auroit donc trop de différence du rapport qu'auroient les coupes entr'elles dans une des parties, comme de l'avant, au rapport entre celles de l'arriere.

L'emplacement du maître couple dépend du plus ou du moins de capacité des extrémités du Bâtiment. Car s'il faut compoſer un corps de deux coins joints par leur baſe, ayant pour donnée le lieu du centre de gravité commun; ſi, aſſujetti à la même poſition du centre de gravité commun, on a à compoſer un autre corps de même longueur, mais avec deux demi-ſphéroïdes, la longueur de ces ſphéroïdes n'auront pas le même rapport avec la longueur totale, que celles des coins; c'eſt-à-dire, que la plus grande largeur de ces deux eſpeces de corps ſera à différentes diſtances de leurs extrémités.

Si l'on calcule l'aire des coupes de différentes eſpeces de Bâtimens, on trouvera que ces aires pour les Frégates taillées, ſuivent, tant pour la partie de l'arriere, que pour celle de l'avant, la même loi que les ordonnées paralléles à l'axe d'une parabole dont le ſommet eſt à la plus grande coupe: ou bien, leſdites aires ſont dans le même rapport que celles des coupes du ſphéroïde.

Fig. 33. Soit *ADBI* le corps d'un Vaisseau. *C* le point du milieu de la longueur de l'étrave à l'étambot ; *E* le centre de gravité ; *F* le le lieu de la plus grande section ; *G* le centre de gravité de la partie en avant de cette plus grande section ; *H* le centre de gravité de la partie qui est en arriere.

Dans la parabole $AG = \frac{5}{8} AF$ * & $FH = \frac{3}{8} FB$. Soit $AB = a$, $FA = x$, & $CE = m$; alors $FB = a - x$; l'aire des espaces *ADI*, *BDI* sont dans le rapport de x à $a - x$; ainsi, $\frac{5}{8} x^2 + \left(x + \frac{3}{8}(a-x) \right) \times (a-x) = a \times (\frac{1}{2} a - m)$: d'où $x = \frac{1}{2} a - 4m$: c'est-à-dire, que la distance entre le milieu de la longueur du Bâtiment & sa plus grande section, doit être quatre fois la distance qui se trouve entre ce milieu & le centre de gravité du Vaisseau. Le Bâtiment plus plein dans ses extrémités, AG étant égal à $\frac{7}{12} AF$, la distance de la plus grande section au milieu sera $= 6m$. Qu'il soit encore plus rempli, AG étant égal à $\frac{9}{16} AF$, cette distance de la plus grande section, prise en avant du milieu, sera $= 8m$.

Par ceci on voit donc que la plus grande section doit être de l'avant du milieu de la longueur à une distance, pour les Frégates très-taillées, de quatre fois, & pour les Vaisseaux marchands fort pleins, de huit fois la distance du milieu de la longueur au centre de gravité du Bâtiment.

C'est aussi le lieu du maître couple quand ses hauteurs sont prises de la flottaison supérieure ; mais si elles étoient prises de la partie supérieure de la quille à laquelle les couples fussent perpendiculaires, le maître couple devroit être un peu en avant de la plus grande section, d'une quantité qui ait du rapport à la différence du tirant-d'eau de l'avant à l'arriere, & à la courbure du Vaisseau vers la flottaison au milieu. Cette distance peut en général être regardée comme égale à la différence du tirant-d'eau.

La détermination que nous donnons ici du lieu de la plus grande section, s'accorde à ce que nous en avons dit (§ 16) par rapport à l'avantage de la marche.

---

* (*Méch*, 289) $Gg' = \frac{\int \frac{1}{2} y^2 dx}{APM}$: pour la parabole, $\frac{1}{2} \int y^2 dx = \frac{1}{2} p \int x dx = p \frac{x^2}{4}$ $APM = \frac{2xy}{3}$: donc $\frac{\frac{1}{2} \int y^2 dx}{APM} = \frac{3px^2}{8xy} = \frac{3px}{8y} = \frac{3yy}{8y} = \frac{3y}{8}$: ainsi, si AF (*fig.* 33) ou $FB = y$, FG ou $FH = \frac{3}{8} AF$ ou $\frac{3}{8} FB$.

CHAPITRE VII.

Des proportions des Bâtimens pour la course.

§ 27.

LEs Corsaires sont des Bâtimens que le particulier arme en tems de guerre, de l'autorisation du Gouvernement, pour s'emparer de Bâtimens marchands & autres appartenant à l'Ennemi.

S'il y a des Vaisseaux marchands sans défense, il s'en rencontre aussi souvent de grands qui sont armés, & ont des canons montés : c'est pourquoi il est nécessaire que les Corsaires soient bien armés, & qu'ils aient un Equipage suffisant, tant pour l'action que pour amariner leurs prises.

Pour courre sur les petits Bâtimens, on peut se servir de moindres Corsaires; mais comme ceux-ci ne pourroient porter qu'une petite artillerie, dont l'effet ne peut être considérable, leur objet doit être d'aller à l'abordage, & leur force principale consiste dans le nombre de l'Equipage.

Si la course pouvoit se faire sans que l'on eût à craindre des forces supérieures, on pourroit y employer toutes sortes de Bâtimens, pourvu qu'ils fussent bien armés de canons & d'hommes. Mais comme le Corsaire peut rencontrer des Vaisseaux de ligne qui sont toujours plus forts que lui, il doit, pour prendre chasse avec succès, bien porter la voile, & bien marcher même de gros tems.

Indépendamment des Vaisseaux de guerre, il est encore exposé à trouver à la mer des Frégates & Corsaires Ennemis. Quant aux Corsaires, comme ils sont les uns & les autres armés par des particuliers qui n'ont d'autre objet que leur profit, il n'est pas à présumer qu'ils s'engagent entr'eux dans des combats dont il ne résulteroit autre chose que de se désemparer, sans remplir les vues de leurs Armateurs.

Au contraire des Frégates : elles ont des principes différens qui sont d'attaquer & de s'emparer, autant qu'il leur est possible, des Corsaires Ennemis. Si donc le Corsaire n'est pas en état de s'échapper par l'avantage de la marche, (ce qui est ordinairement le cas,

car les Frégates sont construites aussi pour être fines voilieres) il faut qu'il soit à même de se défendre. C'est l'espece de Bâtiment qui décide le plus souvent dans ces sortes de combats. Si l'Ennemi est fort & porte de gros canons, le Corsaire doit aussi en avoir, & plutôt d'un fort calibre qu'en grand nombre : ce qui est plus avantageux, non-seulement à cause du plus grand effet, mais aussi parce qu'ils laissent plus de distances entr'eux pour la facilité de les manier & d'armer les avirons. Ces avirons servent dans le combat pour faire présenter le Corsaire dans une position avantageuse, & pendant le calme pour se retirer de devant l'Ennemi supérieur. Le Corsaire doit bien marcher de toute sorte de tems, & sur-tout bien virer de bord : particuliérement, il doit avoir une bonne mousqueterie, quelques petits canons ou pierriers pour envoyer de la mitraille, & être bien bastingué.

Pour ce qui concerne les petits Corsaires, comme ils ont sans cesse à se retirer de devant les Vaisseaux de guerre, leur seul objet doit être d'avoir une marche supérieure.

Outre ces qualités nécessaires pour le combat, le Corsaire doit avoir assez de cale pour pouvoir prendre les munitions de guerre & de bouche pour une campagne déterminée, en demeurant à son tirant-d'eau.

Il résulte de tout ceci que les qualités principales d'un Corsaire sont de bien marcher & bien porter la voile par le gros tems.

On a vu dans le paragraphe 24, que pour remplir cet objet, il faut donner beaucoup de longueur & de largeur à proportion de la solidité de la partie submergée. Mais comme un Bâtiment d'une grande longueur & d'une grande largeur coûte beaucoup à construire, & exige, pour le manœuvrer, un fort Equipage, on ne peut porter ces dimensions aussi loin qu'il seroit nécessaire pour une grande supériorité de marche, sans que les dépenses de la construction & de la solde de l'Equipage qui iroient à un prix considérable, ne surpassassent l'avantage qu'on en pourroit esperer. Et comme, en construisant un Corsaire, on a de certaines vues qui doivent se remplir au moyen d'une certaine artillerie, c'est donc l'artillerie qui doit être le fondement de ses proportions.

Le déplacement d'un Bâtiment, dont on connoît la grandeur ainsi que le poids qu'il doit porter, n'est pas difficile à trouver ;

mais on ne peut, par la théorie seule & sans faire intervenir des connoissances de pratique, déterminer la vraie valeur que doit avoir le moment de stabilité.

Par la comparaison de différentes especes de Bâtimens, on a trouvé qu'en général les Corsaires, tant grands que petits, ont la stabilité convenable lorsque la distance de leur métacentre au centre de gravité du Vaisseau est de 6 pieds; & comme, selon le paragraphe 11, ce centre de gravité doit se trouver dans le plan de flottaison, le métacentre doit être à 6 pieds au-dessus de la flottaison.

Les longueur, largeur, profondeur & déplacement doivent donc être dans un tel rapport entr'eux, & avec la quantité des poids, que le centre de gravité se trouve dans la ligne de flottaison, & le métacentre 6 pieds au-dessus.

Mais comme ces proportions, &c. ne pourroient se trouver que par le moyen d'approximation, pour en faciliter la recherche, je donne ci-après des formules générales qui, d'après le poids, la nature & l'emplacement de l'artillerie, expriment les proportions de toutes sortes de Corsaires, depuis les Frégates les plus grandes, jusqu'au plus petit Yacht. J'ai, pour les grands Bâtimens, considéré particuliérement la force de l'artillerie : quant aux moindres, j'ai moins fait attention à l'artillerie, qu'au nombre d'Equipage qui en fait toute la force.

Ces formules sont telles que tous les Bâtimens qui en proviendront, seront bons voiliers, & que les plus petits marcheront aussi bien que les plus gros.

§ 28.

Comme le poids de l'artillerie & des munitions de guerre qui entrent dans le calcul & l'usage de ces formules, en est le principal fondement, j'ai d'abord cru devoir dresser la table suivante.

Poids des canons & munitions qui doivent servir pour les proportions des Bâtimens Corsaires.

CALIBRES des CANONS.	Poids d'un boulet en poids de vivres.	Nombres par lesquels se multiplie le poids du boulet pour trouver celui du canon.	POIDS DU CANON.		Nombres par lesquels le poids du canon se divise pour trouver le poids de l'affut, &c.	Poids des affuts, bragues & palans.	Poids des boulets, poudre, valets, égal au poids de 126 boulets.	Poids des canons, affuts, braques, palans, boulets, poudre & valets.	A	Poids des canons, affuts, braques & palans.	C
			Poids de vivr.	*Poids de fer.*							
Calibres.	livres.		livr.	Skip.		livr.	livr.	livres.	Pieds cubiques d'eau à 63 l. ch. pied.	livres.	Pieds cubiques d'eau à 63 livres.
24	29	215	6235	19,48	4,70	1326	3654	11215	178	7561	120
22	—	216	—	—	4,63	—	—	—	—	—	—
20	—	218	—	—	4,56	—	—	—	—	—	—
18	21,75	221	4807	15	4,49	1070	2740	8617	136,77	5877	93,3
16	—	225	—	—	4,42	—	—	—	—	—	—
14	—	230	—	—	4,35	—	—	—	—	—	—
12	14,5	236	3422	10,69	4,28	799	1827	6048	96	4221	67
10	—	243	—	—	4,21	—	—	—	—	—	—
8	9,$\frac{2}{3}$	251	2426	7,58	4,14	586	1218	4230	67,1	3012	47,8
6	7,25	260	1885	5,89	4,07	463	914	3262	51,77	2348	37,3
4	4,833	270	1305	4,07	4,00	326	609	2240	35,55	1631	25,9
3	3,625	276	1000	3,12	3,93	254	457	1711	27,16	1254	20,0
Pierriers. . 3	3,625	70	254	0,80	—	60	400	714	11,33	314	5,0
Pierriers. . 2	2,416	70	169	0,53	—	42	266	477	7,57	211	3,35

On proportionne dans la table ci-dessus le poids du canon au poids du boulet ; & pour suivre uniformément la loi des rapports croissans entre les boulets & les canons, à mesure que ceux-ci deviennent plus petits, on a porté dans cette table plusieurs canons qui ne sont point en usage.

De proportionner le poids du canon à celui du boulet, ce n'est pas sans doute la meilleure méthode ; il doit être déterminé par d'autres circonstances : cependant, pour l'objet que l'on se propose, on peut admettre ce procédé, d'autant mieux qu'il donne une solution fort approchée du poids ordinaire.

On trouve d'ailleurs dans cette table, aux deux colonnes *A* & *C*, le poids des canons, qu'il faut multiplier par le nombre de ceux que

doit porter le Corsaire dont on se propose de faire le plan. On fait, dans le calcul, ce poids total des canons égal à A & à C.

On peut admettre qu'un boulet de 24 * pese 29 livres de vivres, un pied cubique de fer de cette espece pesant 440 livres : on a suivi le même rapport pour les autres boulets.

Dans le calcul suivant, on estime que le poids d'un homme est de 170 livres = 2,7 pieds cubiques d'eau de mer, sur le pied de 63 livres par pied ; le poids d'un homme avec ses effets = 4 pieds cubiques ; les vivres, futailles, le bois pour lui apprêter à manger pendant un mois = 189 livres = 3 pieds cubiques ; l'eau, y compris les pieces, pour 15 jours = 112 livres = 1,78 pieds cubiques.

D = le déplacement du Vaisseau en dehors des membres ; B = le poids de sa partie, au-dessus de la flottaison, y compris les mâts, vergues, voiles, gréement ; a = la distance du centre de gravité commun de ces poids, à la flottaison ; c = la distance du centre de gravité de tous les canons, aussi à la flottaison. On estime le centre de gravité des canons à une distance du feuillet du milieu, d'un tiers de hauteur de sabord pris en dessus. On estime de même la distance du centre de gravité des canons de gaillards, au feuillet du sabord de l'avant du gaillard d'arriere, être aussi d'un tiers de hauteur de leur sabord. Pour centre de gravité des pierriers, on prend celui du pierrier du milieu. z = la largeur du Bâtiment, en dehors des membres ; y = la demi-largeur, & x = la longueur de l'étrave à l'étambot de dehors en dehors ; d = la profondeur du Vaisseau, prise au Φ couple, de la ligne de flottaison à la rablure.

On peut aussi estimer le nombre de l'Equipage être $= 3{,}763\, A^{\frac{1}{3}}$, dont le poids est $= 10{,}16\, A^{\frac{1}{3}}$, & avec leurs effets $= 15\, A^{\frac{1}{3}}$. Les vivres pour k mois, & l'eau pour la moitié de ce tems, futailles, bois, &c. compris, $= 18 \times k\, A^{\frac{1}{3}}$.

Pour pouvoir observer un certain ordre entre ces Bâtimens, on a supposé les plus grands approvisionnés pour un plus long tems que les petits : en conséquence, on peut faire $k = \frac{A^{\frac{2}{3}}}{2{,}756}$; pour lors

---

* Ces boulets paroissent un peu plus forts que les nôtres.

$18 \times k \times A^{\frac{7}{9}} = 6{,}534 \times A^{\frac{13}{63}}$. Si tous ces poids $15\, A^{\frac{7}{9}} + 6{,}534\, A^{\frac{77}{63}} + A = K$, le déplacement ſera bien proportionné, D étant $= 6{,}84 \times c^{\frac{3}{4}} \times K^{\frac{11}{15}}$. Alors on peut faire le poids $B = \frac{D^{\frac{21}{20}}}{6{,}281}$, & la diſtance $a = \frac{D^{\frac{1}{3}}}{3{,}48}$.

Faiſons $C + 10{,}16 \times A^{\frac{5}{9}} = Q$, & ſoit le centre de gravité du déplacement au-deſſous du plan de flottaiſon d'une quantité encore inconnue (m); on exprimera, ſuivant le paragraphe 7, le moment de ſtabilité par $\frac{2}{3}\int y^3 dx - (m+a)\, B - (m+c)\, Q$ *; mais comme $\frac{2}{3}\int y^3 dx = (m+6)\, D$, ſelon le paragraphe précédent, $(m+6)\, D - (m+a)\, B - (m+c)\, Q = 6\, D$: de-là $m = \frac{aB + cQ}{D - (B+Q)}$.

Il faut prendre garde en faiſant ſon plan, que le centre de gravité de la partie ſubmergée ne deſcende pas plus bas que de cette quantité ; il vaudroit mieux qu'il fût plus haut : car ſi on le faiſoit baiſſer, la ſtabilité en diminueroit ; il en ſera le contraire, s'il monte.

On a auſſi trouvé que $(m+6)\, D$ ou $\frac{2}{3}\int y^3 dx$ peut être $= \frac{z^3 x^{\frac{21}{10}}}{26}$, & $z = \frac{x^{\frac{9}{10}}}{2{,}36}$; de-là $(m+6)\, D = \frac{x^{\frac{13}{4}}}{341{,}8}$, & ainſi $x = \left(341{,}8 \times (m+6) \times D\right)^{\frac{4}{13}}$. L'aire de la flottaiſon ſupérieure doit être $= \frac{z\, x^{\frac{24}{13}}}{1{,}626}$, &

* Pour que $\frac{2}{3}\int y^3 dx - (m+a)\, B - (m+c)\, Q$ fût l'expreſſion du moment de ſtabilité, il faudroit que tous les objets au-deſſous de la flottaiſon, ſavoir, la charpente de la carene, & ce que contient la cale juſqu'au niveau de l'eau, euſſent leur centre de gravité confondu avec celui du déplacement ; or, il eſt plus bas : pour la charpente de la carene, on a le fond du Vaiſſeau ; pour ce que contient la cale, on a le leſt ; ces deux objets concourent à baiſſer le centre de gravité des poids qui doivent s'exprimer par $D - (B+Q)$. Que le centre de gravité de ces poids ſoit plus bas que celui du déplacement d'une quantité $= \delta$, l'expreſſion du moment de ſtabilité doit être $\frac{2}{3}\int y^3 dx + \delta \times \left(D - (B+Q)\right) - (m+a)\, B - (m+c)\, Q$ (§ 8) : ce qui fait varier m encore ſuivant δ. En faiſant deſcendre le centre de gravité de la partie ſubmergée, c'eſt-à-dire, faiſant m plus grande, il y aura de l'avantage, parce que δ augmentera dans un plus grand rapport. *Voyez la note*, page 22.

Le déplacement & les dimenſions principales auxquels nous ſommes aſſujettis pour nos Frégates, ne permettent pas toujours que le métacentre ſe trouve à 6 pieds au-deſſus de la flottaiſon ; mais nous retrouvons la ſtabilité néceſſaire en diminuant l'acculement de la varangue.

l'aire

l'aire du ⊕ couple $= \frac{2{,}366 \times D}{x^{\frac{13}{15}}}$; de même $d = \frac{x}{10{,}5}$. Le centre de gravité du lèst est supposé être en dessous de la ligne de flottaison d'une quantité $= \frac{x^{\frac{7}{5}}}{95}$, & le poids du lest $= 95 \times \left(\frac{1{,}11 \times ((m+a)B + (m+c)Q) - mD}{x^{\frac{7}{5}} - 95\,m}\right)$.

On a reconnu que le moment de la voilure, par rapport au centre de gravité du Vaisseau ou à la flottaison, doit être $= \frac{35{,}56 \times 6D}{x^{\frac{1}{5}}}$; les voiles qui la composent sont les mêmes dont il a été fait mention, paragraphes 20 & 22.

Quant à la longueur (x) que nous avons trouvée ici, elle pourroit varier d'après la distance entre les canons, la disposition des sabords de nage, ainsi que des emménagemens : cependant il ne faut pas beaucoup toucher à cette longueur, si l'on veut que la valeur de $\frac{2}{3}\int y^3 dx$ demeure constante.

Pour guider d'autant mieux, voici la moindre distance que l'on puisse établir entre les canons de centre à centre : pour du 24, 10 pieds $\frac{2}{3}$; du 18, 9 pieds $\frac{1}{6}$; du 12, 9 pieds $\frac{1}{3}$; du 8, 8 pieds $\frac{5}{6}$; du 6, 8 pieds $\frac{2}{3}$; du 4, 7 pieds $\frac{11}{12}$; du 3, 7 pieds $\frac{1}{2}$. Mais si l'on veut faire deux sabords de nage entre chaque canon, la distance de sabord (de canons) à sabord ne peut pas être moindre de 8 pieds.

Le premier sabord de l'avant peut être placé de maniere que le can d'arriere soit aligné avec le centre du mât de misaine; ou que le can d'avant soit un peu en arriere de ce mât.

Il faut mettre, de distance du sabord de l'arriere à l'étambot, une longueur d'entre-sabord & une largeur de sabord, plus ou moins, suivant la disposition des emménagemens.

C'est ici le lieu de placer les proportions des sabords que l'expérience a fait reconnoître pour les meilleures.

Proportions de sabords.

CALIBRES *des* CANONS.	Hauteurs des feuill. au-dessus du pont.	HAUTEURS *des* SABORDS	LARGEURS *des* SABORDS
	pouces.	pouces.	pouces.
24 livres.	28	34	40
18 livres.	26	31	36
12 livres.	24	28	33
8 livres.	22	25	30
6 livres.	20	22	27
4 livres.	18	19	24
3 livres.	16	17	21

Pour plus de clarté, je donne ci-dessous les expressions dans l'ordre où elles doivent être employées dans le calcul.

Formules pour les proportions des Corsaires.

$$15 A^{\frac{1}{9}} + 6{,}534\, A^{\frac{53}{63}} + A = K$$

$$6{,}84 \times c^{\frac{1}{4}} \times K^{\frac{13}{15}} = D$$

$$\frac{D^{\frac{21}{20}}}{6{,}281} = B\,,\ \frac{D^{\frac{1}{3}}}{3{,}48} = a\,,\ 10{,}16\, A^{\frac{5}{9}} + C = Q$$

$$\frac{aB + cQ}{D - (B + Q)} = m$$

$$\overline{341{,}8 \times (m + 6) \times D^{\frac{4}{11}}} = x$$

$\frac{x^{\frac{9}{10}}}{2{,}36} = z\,,\ \frac{z\, x^{\frac{24}{23}}}{1{,}626}$ = l'aire de la flottaison supérieure.

$\frac{2{,}366 \times D}{x^{\frac{23}{22}}}$ = l'aire du Φ couple, $\frac{x}{10{,}5} = d$

$3{,}763 \times A^{\frac{1}{9}}$ = le nombre de l'équipage, $\frac{A^{\frac{2}{3}}}{2{,}756} = k$ mois de vivres.

$95 \times \frac{\left(1{,}11 \times \left((m + a) B + (m + c) Q \right) - m D\right)}{x^{\frac{7}{3}} - 95\, m}$ = le poids du lest.

La quantité dont le centre de gravité du left eft au-deffous de la flott. $= \frac{x^{\frac{1}{3}}}{95}$.

La différence du tirant-d'eau $= \frac{x^{\frac{2}{3}}}{14,46}$.

Le moment de la voilure par rapport à la flottaifon $= \frac{35,56 \times 6 D}{x^{\frac{1}{3}}}$.

Afin de guider fur la maniere d'employer fes formules d'après le nombre des canons, leur calibre & la hauteur de batterie, on a conftruit la table fuivante des valeurs de *A*, *C* & *c* pour 16 Corfaires portant différens nombres de canons.

Numéros des Batimens.	CANONS. Premiere Batterie.		2e. Batterie, ou celle des gaillards.		Hauteur de la Batterie.	Hauteur des Sabords.	Tiers de la hauteur des Sabords.	Diftance du centre de gravité des canons de la premiere Batterie à la flottaifon.	Diftance entre les Batteries.	Poids de la premiere Batterie avec affuts, bragues & palans, &c.	Poids de la Batterie fupérieure avec les affuts, &c.	Quantité C.	Centre de gravité commun de tous les canons, au-deffus de la flottaifon ou c.	Quantité A.
	nombre.	calibre.	nombre.	calibre.	Pieds	Pieds	Pieds	Pieds.	Pieds	P. cubiq.	P. cub.	P. cub.	Pieds.	P.cub
1	28	18	12	6	8,5	2,58	0,86	9,36	6,4	2612,4	447,6	3060	10,29	4451
2	26	18	10	6	7,	2,58	0,86	7,86	6,3	2425,8	373,	2799	8,69	4074
3	26	12	10	4	6,5	2,33	0,77	7.28	6,2	1742,	259,	2001	8,08	2851
4	24	12	8	4	6,	2,33	0,77	6,78	6,1	1608,	207,2	1815	7,47	2588
5	24	8	8	3	5,75	2,08	0,69	6,44	6,	1147,2	160,	1307	6,85	1827
6	22	8	——	——	5,5	2,08	0,69	6,19	——	1051,6	——	1052	6,19	1476
7	22	6	——	——	5,25	1,83	0,61	5,86	——	820,6	——	821	5,86	1139
8	20	6	——	——	5,	1,83	0,61	5,61	——	746,	——	746	5,61	1035
9	18	6	——	——	4,75	1,83	0,61	5,36	——	671,4	——	671	5,36	932
10	16	6	——	——	4,5	1,83	0,61	5,11	——	596,8	——	597	5,11	828
11	14	6	——	——	4,25	1,83	0,61	4,86	——	522,2	——	522	4,86	725
12	12	6	——	——	4,	1,83	0,61	4,61	——	447,6	——	448	4,61	621
13	10	6	——	——	3,75	1,83	0,61	4,36	——	373,	——	373	4,36	518
14	8	6	——	——	3,5	1,83	0,61	4,11	——	298,4	——	298	4,11	414
15	1	12	16	3	4,	——	——	4,5	——	147,	——	147	4,5	277
16	1	8	16	2	3,75	——	——	4,	——	101.4	——	101,4	4.	188

Suppofons qu'il faille faire le plan d'un Corfaire de 24 canons de 12 en batterie, 8 de 4 fur les gaillards, avec 6 pieds de batterie: c'eft le Corfaire numéro 4 de la table, ainfi on aura pour *A*, *C* & *c* les valeurs fuivantes:

$A=2588$; $C=1815$; $c=7,47$; log. $7,47=0,8733206$; log. $c^{\frac{1}{4}}=0,2183301$

	Log. pour les nom. corr.	
$A = 2588$	$= 3,4129643$	
$A^{\frac{5}{9}}$	$= 1,8960913$	
15	$= 1,1760913$	
$15\ A^{\frac{5}{9}}$	$= 3,0721826$	$= 1180,8$
$A^{\frac{53}{63}}$	$= 2,8712239$	
6,534	$= 0,8151791$.	$A=2588$
	$= 3,6864030$	$= 4858$
K	$= 3,9358598$	$= 8627$
$K^{\frac{13}{15}}$	$= 3,4110785$	
$c^{\frac{1}{4}}$	$= 0,2183301$	
6,84	$= 0,8350561$	
D	$= 4,4644647$	$= 29140$
$D^{\frac{21}{20}}$	$= 4,6876879$	
6,281	$= 0,7980288$	
B	$= 3,8896591$	$= 7756$
$D^{\frac{1}{3}}$	$= 1,4881549$	
3,48	$= 0,5415792$	
a	$= 0,9465757$	$= 8,842$
B	$= 3,8896591$	
$a\,B$	$= 4,8362348$	$= 68590$
$A^{\frac{5}{9}}$	$= 1,8960913$	
10,16	$= 1,0068937$.	$C = 1815$
$10,16\ A^{\frac{5}{9}}$	$= 2,9029850$	$= 799,8$
Q	$= 3,4174717$	$= 2615$
c	$= 0,8733206$	
$c\,Q$	$= 4,2907923$	$= 19534$
$a\,B + c\,Q$	$= 4,9450750$	$= 88124$
$D - (B+Q)$	$= 4,2734411$	$= 18769$
m	$= 0,6716339$	$= 4,695$
$m + a$	$= 1,1315224$	$= 13,537$
B	$= 3,8896591$	
$(m+a)\,B$	$= 5,0211815$	$= 105000$
$m + c$	$= 1,0851121$	$= 12,165$
Q	$= 3,4174717$	
$(m+c)\,Q$	$= 4,5025838$	$= 31810$
	$= 5,1361178$	$= 136810$
1,11	$= 0,0453230$	
	$= 5,1814408$	$= 151860$
D	$= 4,4644647$	
m	$= 0,6716339$	
$m\,D$	$= 5,1360986$	$= 136800$
	$= 4,1778250$	$= 15060$
95	$= 1,9777236$	
	$6,1555486$	

	Log. pour les nom. corr.	
$x^{\frac{7}{5}}$	$= 2,9969025$	$= 992,9$
95	$= 1,9777236$	
m	$= 0,6716339$	
$95 \cdot m$	$= 2,6493575$	$= 446$
	$2,7379079$	$= 546,9$
Lest.	$= 3,4176407$	$= 2616$
D	$= 4,4644647$	
$m + 6$	$= 1,0291808$	$= 10,695$
$\int \frac{2}{3} y^{3} dx$	$= 5,4936455$	$= 311600$
341,8	$= 2,5337721$	
	$= 8,0274176$	
x	$= 2,1406447$	$= 138,24$
$x^{\frac{9}{10}}$	$= 1,9265803$	
2,36	$= 0,3729120$	
ζ	$= 1,5536683$	$= 35,78$
$x^{\frac{24}{23}}$	$= 2,2337162$	
	$= 3,7873845$	
1,626	$= 0,2111205$	
Aire de la flott.	$= 3,5762640$	$= 3769$
$d = \frac{138,24}{10,5}$		$= 13,16$
D	$= 4,4644647$	
2,366	$= 0,3740147$	
	$= 4,8384794$	
$x^{\frac{13}{12}}$	$= 2,3190317$	
Aire du ⊕ couple.	$= 2,5194477$	$= 330,7$
$A^{\frac{5}{9}}$	$= 1,8960913$	
3,763	$= 0,5755342$	
Equipage.	$= 2,4716255$	$= 296$
$A^{\frac{2}{7}}$	$= 0,9751326$	
2,756	$= 0,4402792$	
Mois (k)	$= 0,5348534$	$= 3,426$
$x^{\frac{7}{5}}$	$= 2,9969025$	
95	$= 1,9777236$	
Dist. du lest à la flot.	$= 1,0191789$	$= 10,45$
$x^{\frac{5}{8}}$	$= 1,3379029$	
14,46	$= 1,1601683$	
Diff. de tirant-d'eau	$= 0,1777346$	$= 1,506$
$6\,D$ *	$= 5,2426408$	$= 174840$
35,56	$= 1,5509618$	
	$6,7936026$	
$x^{\frac{1}{3}}$	$= 0,7135482$	
Moment des voil.	$= 6,0800544$	$=1202400$

* Il y a ici une petite faute de calcul ; log. 6. $D = 5,2426159 =$ log. 174830, & non 5,2426408 . au moyen de quoi , le moment de la voilure n'est que de 1202346.

Par ce procédé on trouvera : que le Corsaire de 24 canons de 12 en batterie, de 8 de 4 sur les gaillards, & dont le seuillet du sabord du milieu de la premiere batterie doit être à une élévation de 6 pieds au-dessus de la flottaison, devra avoir 29140 pieds cubiques de déplacement en dehors des membres, non compris la quille, l'étambot & l'étrave ;

Que le centre de gravité dudit déplacement sera en-dessous du plan de flottaison d'une quantité . . . . . = 4,595 pieds.

Que $\frac{2}{3}\int y^3 dx$ . . . . = 311600.

La longueur de l'étrave à l'étambot . = 138,24 pieds.

Largeur en dehors des membres. . . . = 35,78 pieds.

Aire de la flottaison supérieure. . . . . = 3769 pieds quarrés.

Profondeur au Φ couple de la flott. à la rablure 13,16 pieds.

Aire du Φ couple. . . . . 330,7 pieds quarrés.

Nombre d'Equipage. . . . . 296 hommes.

Mois de vivres. . . . . 3,43.

Poids du lest, en pieds cubiques d'eau de mer, 2616.

Quantité dont le centre de gravité du lest doit être en-dessous de la flottaison. . . . . 10,45 pieds.

Différence de tirant-d'eau. . . . . 1,51 pieds.

Moment de la voilure à partir du centre de gravité du Vaisseau ou de la flottaison. . . . . 1202400.

En suivant les mêmes regles, & de la même maniere, on s'est procuré les proportions des 16 Corsaires de la table N°. 6, & d'après les paragraphes 12 & 26, on est en état de déterminer le lieu du centre de gravité du Vaisseau par rapport à la longueur, ainsi que la quantité dont le Φ couple doit être porté à l'avant du milieu de la longueur. On suppose ici que les couples sont perpendiculaires à la quille.

Si l'artillerie avoit été projettée autrement, ou bien que la batterie eût dû être plus basse ou plus haute, les proportions de la Frégate ne seroient plus les mêmes : au surplus, on doit observer que celles-ci sont fort en usage.

Pour faire mieux sentir la différence de la forme entre les petits & les grands Bâtimens, construits d'après les proportions que donnent les formules, on a tracé la *figure* 34 qu'on doit entendre de la maniere suivante :

Fig. 34. *ABC* est le ⊕ couple d'un Corsaire de 138 pieds $\frac{1}{4}$ de longueur, & de 35 pieds $\frac{3}{4}$ de largeur; *ADC* est le ⊕ couple d'un petit Corsaire ou bateau de 44 pieds $\frac{3}{4}$ de longueur, & de 13 pieds de largeur; *AC* est la ligne de flottaison, & suivant le rapport qu'il doit y avoir entre la longueur & la largeur, *EFG* sera la ligne de flottaison du grand Corsaire, & *HFI* celle du petit. Ces élémens étant connus, il ne sera pas difficile, avec quelque connoissance de la construction, & un peu d'habitude de ce travail, de dresser des plans où, tout étant bien observé, on trouvera peu de différence avec ceux de mon *Architectura navalis*, puisque les formules ont été calculées d'après ces plans; ou, pour mieux dire, ils ont servi, conjointement avec d'autres, à trouver ces différentes expressions.

Je ne prétends pas dire cependant qu'on doive toujours s'assujettir à ces proportions. Il se présente différens cas qui peuvent exiger différens changemens: par exemple, pour naviguer dans les mers où la lame est courte & élevée, les Bâtimens, particuliérement les petits, doivent avoir plus de largeur par rapport à la longueur.

De même, les diverses especes de gréemens exigent des différences dans les proportions: pour le gréement en Goëlette, il faut que le Bâtiment ait une plus grande longueur relative, afin de pouvoir donner une juste étendue aux voiles par rapport à la stabilité; le Yacht au contraire demande plus de largeur par rapport à la longueur.

Il y a des Corsaires qui ne peuvent trouver leur proie que fort au large; d'autres n'ont pas besoin de s'écarter de la côte. Ces deux especes doivent être approvisionnées différemment; l'une exige de plus grandes capacités que l'autre, quoiqu'ils puissent être de la même force, ce qui, de toute nécessité, donnera des différences dans les dimensions principales, regardant comme principe constant que le centre de gravité du Vaisseau avec sa charge soit dans le plan de flottaison, & le métacentre de six pieds en-dessus.

Pour ce qui regarde les emménagemens, on en pourroit voir en partie la distribution dans les plans de mon *Architectura navalis*; mais la grandeur des Bâtimens & le climat où ils doivent naviguer, influent pour beaucoup sur la nature de ces emménagemens.

Les Bâtimens suffisamment vastes & stables doivent avoir de larges

paſſavans pour y placer de la mouſqueterie, & ils doivent être bien baſtingués ſur les plats-bords.

Dans les climats chauds, les Bâtimens peuvent être plus ouverts, ſur-tout, s'ils ne doivent pas être chargés d'expéditions de longue durée ; mais dans les climats froids, on doit avoir ſoin que les Equipages ſoient bien à l'abri : ainſi, dans les grands Vaiſſeaux Corſaires, en place de larges paſſavans, il conviendroit mieux de prolonger les gaillards, pratiquant dans le milieu des caillebotis pour le paſſage de la fumée pendant le combat. Ces caillebotis ſeroient ordinairement couverts avec des prélarts.

Il y a des Nations dont l'uſage eſt d'avoir leurs cables dans la cale, d'autres en entrepont ; ces deux manieres ont leurs avantages & leurs inconvénients. Il y a auſſi différens uſages pour les repas & les cuiſines ; qui cuit trois fois le jour, qui cuit ſeulement une : tout ceci demande, dans un Vaiſſeau, différens arrangemens, & ce qui eſt bien pour l'un, ne convient pas pour l'autre.

Ainſi, l'on voit qu'il faut être informé de toutes ces circonſtances avant de commencer ſon plan. Enſuite il faut du jugement, & une habitude de la choſe, pour diſpoſer tout ſuivant leſdites circonſtances, & procurer toutes les commodités poſſibles, principalement par rapport à la manœuvre.

CHAPITRE VIII.

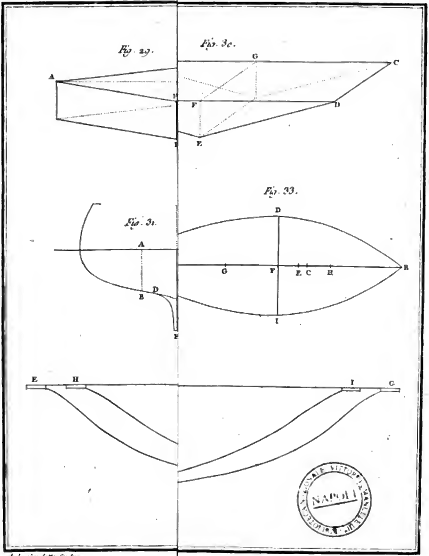
Proportions des mâts & vergues pour les Vaiſſeaux marchands.

§ 29.

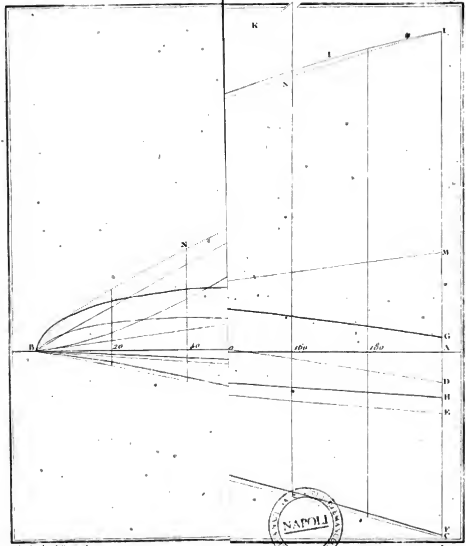
LEs mâts & vergues étant faits pour porter les voiles, il ſemble qu'on devroit, pour les Vaiſſeaux marchands, déterminer l'aire & le moment de la voilure, comme on le fait pour les Corſaires, afin de pouvoir y proportionner leſdits mâts & vergues. Quoique dans ces ſortes de Bâtimens le moment de ſtabilité ſoit très-variable, étant dans le cas de prendre différentes cargaiſons, on pourroit cependant ſuppoſer un point fixe pour centre de gravité du Vaiſſeau, & de ſa charge, d'après lequel on calculeroit le moment de la voilure, ce à quoi on trouve un acheminement dans les regles que nous avons données pour les proportions des Vaiſſeaux marchands; & dans les tables N°. 2, 3, 4 & 5 où la longueur des mâts eſt dans le rapport de la racine cubique des momens de ſtabilité. Mais avant de rien entreprendre ſur les proportions des mâts & vergues, il eſt bon d'obſerver les régles que l'on ſuit communément à cet égard, & d'en examiner les vraies raiſons, pour voir ſi l'on peut les regarder comme bonnes ou mauvaiſes.

Ordinairement la hauteur des mâts eſt proportionnée à la largeur des Bâtimens, & la longueur des vergues à la longueur deſdits Bâtimens; d'où il réſulte que les Vaiſſeaux de même longueur & de même largeur, mais de différente ſtabilité, ont la même étendue de voiles qui ſembleroit cependant devoir être proportionnée à cette ſtabilité. Néanmoins, quelque vraie que ſoit la regle, pour les Corſaires, qu'on doive proportionner les mâts & vergues d'après la ſtabilité, il peut y avoir différentes raiſons pour qu'elle ne puiſſe avoir lieu à l'égard des Bâtimens marchands.

Quand on conſidere que le poids des ancres d'un Bâtiment eſt proportionné à ſa longueur & à ſa largeur, ou au quarré de ſa largeur, &



A. la Gardette Sculp.



De la Gardette Sculp

& que la manœuvre de virer les ancres exige un certain nombre d'hommes, de même que la manœuvre des voiles d'une certaine grandeur; que les nombreux Equipages sont fort dispendieux, ce qui doit engager à la plus grande économie sur ce sujet; que ces Equipages doivent être proportionnés à l'étendue des voiles comme au poids des ancres : on voit que le nombre d'Equipage doit servir de bornes à l'étendue des voiles.

Il est donc à propos d'employer, pour proportionner les mâts & vergues, le même principe que celui dont on se sert pour les ancres, puisque le nombre d'Equipage en dépend également.

Pour voir jusqu'à quel point les proportions ordinaires des mâts & vergues sont bonnes : si deux Bâtimens de même longueur & de même largeur ont, suivant l'usage, la même étendue de voilure, mais que l'un puisse mieux porter la voile que l'autre, on ne dira pas que celui-ci a trop ou celui-là trop peu de voiles, mais que le premier est plus stable que le second. On devroit donc conclure qu'il vaudroit mieux refaire la voilure plus petite par rapport à la stabilité (conservant d'ailleurs les proportions ordinaires), que d'augmenter l'Equipage pour pouvoir employer une plus grande voilure.

Cependant la voilure, suivant la proportion ordinaire, se trouvant trop grande par rapport à la stabilité, on aura plutôt l'attention de placer les parties de la charge de la pesanteur spécifique la plus considérable, plus bas, que de diminuer l'aire des voiles, sur-tout si le nombre d'Equipage ne peut être diminué par rapport aux ancres.

D'ailleurs, suivant les différentes circonstances, le même aire de voilure peut convenir autant au Vaisseau plus stable qu'à celui qui l'est moins : outre cela, la surface des voiles peut s'augmenter dans l'un au moyen des bonnettes & voiles d'étai, & se diminuer dans l'autre en y prenant des ris, suivant le tems qu'il fait.

On a donc toutes sortes de raisons de se conformer à l'expérience pour les proportions des mâts & vergues des Vaisseaux marchands.

Ainsi, le moment de stabilité suivant lequel les grands Bâtimens ont des mâts plus hauts, & les petits de plus bas que selon la regle usitée, ne servira pas de fondement pour les proportions des mâts & vergues des Vaisseaux marchands.

§ 30.

Que les proportions des mâts & vergues ſoient donc fondées de la maniere ſuivante ſur la longueur & largeur des Bâtimens :

Comme la largeur des Vaiſſeaux a la plus grande influence ſur la ſtabilité (§ 5), les mâts majeurs & les mâts de hune doivent être proportionnés aux largeurs, d'où non-ſeulement la hauteur de chaque voile, mais encore la hauteur de leur centre de gravité commun ſeront en rapport deſdites largeurs ; pour la largeur des voiles, ou, ce qui eſt la même choſe, la longueur des vergues, elle doit être proportionnée à la longueur du Bâtiment : de-là il réſulte que le moment de la voilure ſera comme le quarré de la largeur, multiplié par la longueur. Les petits Bâtimens auront donc un plus grand moment de voilure, par rapport à la ſtabilité, que les grands ; ce qui ſe rapporte à ce qui a été dit, paragraphe 20, de l'aire de la voilure des petits Bâtimens : c'eſt même l'uſage de leur augmenter la hauteur des mâts majeurs, diminuant celle des mâts de hune : enſorte que, la hauteur du grand mât d'un Bâtiment de commerce à trois mâts, ſa largeur étant $= B$, ſera $= 3{,}23\ B^{\frac{11}{12}}$, & la hauteur du grand mât de hune, à compter de deſſus les barres, celle du grand mât étant $= L$, ſera $= \frac{L^{\frac{11}{10}}}{2{,}73}$ pour les Frégates, & $\frac{L^{\frac{11}{10}}}{2{,}84}$ pour les Barques. On peut voir quel eſt le rapport des mâts proportionnés, ſuivant cette méthode, aux mâts proportionnés d'après la ſtabilité, par la ligne *BNN* (*fig.* 32) qui détermine la hauteur des mâts dans le rapport de $B^{\frac{11}{12}}$.

La longueur du beaupré en dehors de l'étrave eſt, pour les Frégates, 1,15 × la largeur du Bâtiment, &, pour les Barques, 1,1 × ladite largeur.

Il ne ſuffit pas d'avoir attention ſeulement de régler la hauteur des mâts & la longueur des vergues ſur la grandeur des Bâtimens ; il faut auſſi qu'il s'y trouve un rapport tel que le Vaiſſeau ſoit bien gréé.

Pour que le Navire ſoit bien gréé, il faut, premiérement, que l'étai de miſaine & l'étai du grand mât de hune ſe trouvent en ligne droite, de même que le grand étai & celui du perroquet de fougue : l'étai de miſaine peut aboutir ſur le beaupré, entre le tiers & les

deux cinquiemes de sa longueur, à partir du petit bout; deuxiemement, que les huniers & le perroquet de fougue soient de figures semblables, ou, au moins, que leurs côtés soient de même coupe; troisiemement, que quand l'on voit le Bâtiment par l'une ou l'autre de ses extrémités, les haubans & galaubans paroissent paralleles: ceci dépend en partie de la largeur des porte-haubans, qui doit être réglée de maniere à concourir à cet effet. Pour parvenir à ces fins, la longueur du ton du grand mât, à partir du dessous des barres, qui est les $\frac{5}{36}$ de la longueur dudit mât, étant $= T$, le chouquet du mât de misaine doit être plus bas que celui du grand mât d'une quantité $= 2{,}22 \times T^{\frac{1}{3}}$ pour les Frégates, & $= 2 \times T^{\frac{1}{4}}$ pour les Barques. Le chouquet du mât d'artimon doit être de niveau avec la grande hune.

Si l'on fait la longueur du grand mât de hune $= S$, la longueur du mât de perroquet de fougue sera $= 1{,}3 \times S^{\frac{6}{7}}$ pour les Frégates, & $= 1{,}316 \times S^{\frac{6}{7}}$ pour les Barques, supposant la longueur de la flèche dans le rapport du ton du mât de hune; si elle doit être plus longue, il faut ajouter au mât cet excédent.

Le ton du mât d'artimon doit être les $\frac{3}{4}$, & celui du mât de misaine les $\frac{9}{10}$ de celui du grand mât. La longueur du petit mât de hune doit être aussi les $\frac{9}{10}$ de celle du grand; le ton de ces mâts $\frac{1}{9}$ ou $\frac{2}{17}$ de leur longueur. La longueur des mâts de perroquet jusqu'au capelage $= 0{,}54 \times$ la longueur du mât de hune. La longueur de la grande vergue $= 0{,}52 \times$ la longueur du Vaisseau de l'étrave à l'étambot pour les Frégates, & la vergue du grand hunier $= 0{,}79 \times$ par la longueur de la grande vergue: quant aux Barques, la longueur de tête en tête étant $= L$, la longueur de la grande vergue sera $= 0{,}6 \times L^{\frac{20}{21}}$; & la longueur de la vergue du grand hunier sera $= 0{,}81 \times$ par la longueur de la grande vergue. La vergue du grand perroquet $= 0{,}7 \times$ la longueur de la vergue du grand hunier. Toutes les vergues du mât de misaine sont les $\frac{9}{10}$ de celles du grand mât.

Le rapport de la vergue du perroquet de fougue à son mât, est égal au rapport de la vergue du grand hunier au grand mât de hune; la vergue seche $= 1{,}22 \times$ la longueur de la vergue du perroquet de fougue pour les Frégates, & $= 1{,}18 \times$ cette longueur

pour les Barques. La vergue de civadiere = la vergue du petit hunier ; la contre-civadiere = la vergue du petit perroquet.

Les bouts de vergue auront $\frac{1}{11}$ de leur longueur pour les basses vergues & celles des perroquets, mais $\frac{1}{7}$ pour les vergues de hune.

La distance du centre du mât de misaine à la perpendiculaire de l'étrave sera de $\frac{4}{31}$ de la longueur. Le centre du grand mât sera de $\frac{2}{31}$ de la longueur en arriere du milieu du Bâtiment. La distance du centre du mât d'artimon à la perpendiculaire de l'étambot, sera $= 0,182 \times$ par la longueur du Vaisseau.

Le grand mât doit avoir une inclinaison vers l'arriere d'un pied sur trente ; le mât d'artimon une inclinaison double de celle du grand mât ; le mât de misaine doit être à plomb, l'élévation du beaupré, au-dessus d'un plan horisontal, doit être sur une longueur de 7 pieds, de 4 pieds pour les Frégates, & de 3 pieds pour les Barques.

C'est d'après ces proportions que sont calculés les mâts & vergues des tables 7 & 8 : il sera cependant bon, avant de donner les dimensions de la mâture, d'en faire un dessein pour régler plus précisément le rapport qui convient à la symétrie qui doit se trouver entr'eux.

§ 31.

Quant au diametre, l'expérience a appris que si l'on exprime les longueurs du grand mât, de la grande vergue, du grand mât de hune, par L, R, S pieds, le diametre du grand mât en pouce sera $= \frac{L \times R^{\frac{1}{3}}}{13}$; celui du grand mât de hune sera $= \frac{S^{\frac{11}{10}}}{4,68}$; le diametre du mât de misaine sera de $\frac{1}{20}$ moindre que celui du grand mât ; & le diametre du petit mât de hune de $\frac{1}{20}$ moindre que celui du grand mât de hune. Le diametre des mâts de perroquets $= 0,3 \times$ leur longueur jusqu'au capelage.

Le diametre du beaupré sera un moyen entre celui du grand mât & celui de misaine ; le diametre de son bout-dehors sera les $\frac{3}{4}$ de celui du grand mât de hune. Le diametre du mât d'artimon les deux tiers de celui du grand mât ; & le diametre du perroquet de fougue les $\frac{2}{3}$ de celui du grand mât de hune.

Le diametre de la grande vergue & de celle de misaine en pouces

$= 0,25 \times$ la longueur de l'envergure; celui des vergues de hune $= 0,23 \times$ aussi par la longueur de l'envergure; celui des vergues de perroquet $= \frac{1}{6}$ de leur longueur. Le diametre de la vergue de contre-civadiere = celui de la vergue du grand perroquet. Le diametre de la corne d'artimon est d'un pouce par quatre pieds de sa longueur. Les bouts-dehors de bonnettes auront deux pieds de plus de longueur que la demi-envergure, & leur diametre en pouce est $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{6}$ de leur longueur en pied.

L'épaisseur des longis en pouces est le quart de la hauteur du mât de hune en pied moins demi-pouce; l'épaisseur de ceux de misaine $\frac{1}{15}$, & de ceux d'artimon $\frac{3}{7}$ de moins que ceux du grand mât; l'épaisseur des barres de perroquet est des $\frac{3}{7}$ des longis des hunes respectives. La largeur desdits longis ou maîtresses barres est les $\frac{5}{7}$ ou les $\frac{3}{4}$ de leur hauteur ou épaisseur.

L'épaisseur des chouquets est des $\frac{4}{5}$ du diametre des mâts de hune.

La longueur des hunes est à peu-près le quart, & leur largeur à peu-près le tiers de la longueur des mâts de hune.

Comme les mâts & vergues vont en diminuant vers leurs extrémités, il ne suffit pas d'avoir leur plus grand diametre, il faut aussi connoître quelle est la progression suivant laquelle ils diminuent, afin de leur donner la forme qui, d'après l'expérience, leur procure une force suffisante pour soutenir les efforts auxquels ils sont exposés. La distance entre le plus grand & le moindre diametre se partage en quatre parties; le diametre à chacune de ces divisions doit être comme il suit:

On trouve les mâts majeurs d'une bonne proportion quand ils ont, à la hauteur des barres, le diametre d'un huitieme moindre qu'au pont. Ainsi, le diametre au pont étant 128, à la premiere Division il sera 127, à la seconde 124, à la troisieme 119, & à la quatrieme 112. L'épaisseur en dedans des barres sera des $\frac{4}{5}$, & en haut, au ton, des $\frac{1}{8}$ du diametre au pont.

Les mâts de hune ont $\frac{1}{7}$ de moins de diametre dessous les croisettes que dans les grands chouquets. Ainsi, le diametre au chouquet étant 80, à la premiere division il sera 79, à la seconde 76, à la troisieme 71, & à la quatrieme, en-dessous des croisettes, 64. L'épaisseur en dedans des croisettes & en haut du ton, sera des $\frac{1}{9}$ du diametre dans le chouquet.

Si le grand diametre des basses vergues & des vergues de hune est 27, à la premiere division il sera 26, à la seconde 23, à la troisieme 18, au bout, onze.

Si le grand diametre des vergues de perroquet est 32, à la premiere division il sera 31, à la seconde 28, à la troisieme 23, au bout, seize.

Le beaupré n'a ordinairement de diametre au bout que la moitié de celui qu'il a aux liures; si le diametre aux liures est 60, à la premiere division il sera 59, à la seconde 55, à la troisieme 46, à la quatrieme trente.

§ 32.

Quant aux Brigantins & aux Senaus, ils ont le mât de misaine & dépendances, ainsi que le beaupré, dans les mêmes proportions que les Frégates. Mais la hauteur du grand mât du Brigantin doit être telle que sa hune se trouve au niveau du chouquet du mât de misaine; le ton du grand mât est égal au ton du mât de misaine. Les mâts de hune, basses vergues & vergues de hune, sont aussi égaux.

Et pour les Senaus, le grand mât est moyen entre ceux d'une Frégate & d'un Brigantin, de même que le grand mât de hune; mais la grande vergue & celle du grand hunier sont des mêmes dimensions que celles des Frégates.

La longueur du grand mât des Gouelettes & Galeasses, jusqu'au capelage, doit être de trois fois la largeur de ces Bâtimens; & pour les Houcre-Yachts, c'est tout le grand mât qui doit en avoir trois fois la largeur.

Les proportions pour les autres mâts & vergues, de même que pour tous ceux des petits Bâtimens, se trouveront dans les desseins de la planche LXII *. Les vergues y ont leur demi-longueur.

* Architectura navalis.

Les Vaisseaux de la Compagnie des Indes orientales ont la longueur du grand mât = 2,43 × leur largeur; la longueur du grand mât de hune = 0,586 × par celle du grand mât; la longueur de la grande vergue = 0,54 × la longueur de l'étrave à l'étambot; la vergue du grand perroquet 0,7 × par la vergue de hune; le mât du perroquet de fougue, les trois quarts du petit mât de hune.

Le chouquet du mât de misaine est des $\frac{2}{3}$ de la longueur du ton

du grand mât plus bas que le chouquet de ce grand mât ; le haut du mât d'artimon est au niveau de la grande hune. Les autres mâts ou vergues sont proportionnés comme ceux des Vaisseaux marchands frégatés.

Pour les Corsaires, on proportionne d'abord les mâts & vergues comme pour les Vaisseaux de la Compagnie des Indes, après quoi on en fait le dessein où on fait entrer le gréement & la voilure ; enfin, on en compare le moment à celui de la stabilité, paragraphe 20, & on opere comme il est enseigné dans le paragraphe 22, ce qui donnera les mâts & vergues qui conviennent au moment de la voilure.

CHAPITRE IX.

De différens objets qui appartiennent à la partie pratique de la Construction.

§ 33.

De l'échantillon des pieces pour la Construction d'un Bâtiment.

L'Art de proportionner les pieces qui doivent entrer dans la construction d'un Vaisseau, dépend absolument de la pratique.

Un Bâtiment destiné à être chargé de fer, de sel ou d'autres denrées d'une pesanteur spécifique considérable, propres à faire beaucoup travailler le Navire à la mer, ou dont les efforts dans le chargement pourroient tendre à faire larguer quelques pieces, doit être plus solidement construit qu'un Vaisseau dont la cargaison doive être de marchandises légeres, comme des billons de sap, des planches, &c. La différence de la qualité des bois nécessite aussi des différences d'échantillon pour obtenir la même solidité.

La solidité d'un Bâtiment ne dépend pas seulement de la force de l'échantillon des bois : elle doit encore beaucoup au soin que l'on prend de bien écarver, tant les pieces des membrures que les bordages, de bien lier toutes les parties de la construction, & d'établir comme il faut chaque piece en leur place respective.

Quant à ce qui concerne l'échantillon des pieces pour la construction des Corsaires, l'objet de ces Bâtimens n'étant que de servir pendant la guerre, il ne faut pas les construire plus forts qu'il n'est nécessaire pour leur durée pendant le tems qu'on présume qu'on pourra en avoir besoin : c'est pourquoi on leur donnera le moins d'échantillon qu'il sera possible, afin d'en économiser la dépense ; ce qui aura encore l'avantage que la coque en déplacera moins, &

& que les fonds en ſeront plus élaſtiques, ce qui donne de la marche *.

C'eſt donc à un habile homme de pratique à ſe conduire ſuivant les circonſtances.

Cependant l'échantillon des pieces que l'on trouve dans les états ci-après, eſt tel que l'on peut s'en ſervir pour tous les Bâtimens qui doivent être conſtruits en chêne.

---

* Plus un Vaiſſeau eſt fort d'échantillon, mieux il eſt lié, & plus il approche de la propriété des corps durs, de reſſentir tout l'effet du choc dans un inſtant indiviſible; plus, par conſéquent, la mer qui ſe briſe ſans ceſſe ſur la proue, particulierement au plus près du vent, a d'effet pour ralentir la marche du Bâtiment. Les Marins qui, ſe trouvant dans le cas de prendre chaſſe & au moment d'être joints, ont fait ſcier leur plat-bord, & employé d'autres moyens de délier leur Vaiſſeau, n'ont par conſéquent pas, ce me ſemble, tenu une conduite ſi ridicule que le prétend quelque Géometre célebre.

Des haubans & étais trop tenus, ſont auſſi le même effet de diminuer l'élaſticité de l'enſemble du Vaiſſeau, & c'eſt peut-être ſouvent à cette cauſe que l'on doit la diverſité de marche qui eſt quelquefois remarquée dans le même Bâtiment; ſes effets peuvent ſe faire reſſentir, quoiqu'on n'ait pas touché à ces manœuvres, parce que ſi elles ont été ridées de tems ſec, & qu'il ſurvienne des brouillards ou de la pluie, elles deviennent bientôt dures comme une pince, & il n'y auroit peut-être pas de mal, dans un cas preſſant, de leur donner tant ſoit peu de mou.

Echantillons des bois pour la construction (en chêne) d'un Bâtiment marchand.

Longueur de l'étrave à l'étambot.	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
Largeur en dehors des membres.	42	39¼	37½	35¼	33	30¾	28½	26¼	24	21½	19	16½
	39¼	37¼	35½	33¼	31¼	29¼	27	24¾	22½	20¼	18	15½
Largeur de la quille sur le droit.	18	17¼	16½	15½	14½	13½	12½	11¼	10½	9½	8	6
Varangue de fond sur le droit.	14	13¼	12½	11¾	11	10¼	9½	8¾	8	7¼	6⅜	5¼
Genoux & allonges *idem*.	13	12½	12	11¼	10½	9¾	9	8¼	7½	6½	5½	5
Bout d'allonges *idem*.	12	11¾	11¼	10¾	10	9¼	8½	7¾	7	6	5¼	5
Les mêmes pieces sur le tour. aux vaig. d'emp	12¾	12	11⅜	10¾	10	9¼	8½	7¾	7	6	5	4¼
à la prem. préc.	10¾	10½	9½	8⅞	8¼	7½	6⅞	6⅛	5½	4⅞	4¼	3½
au plat-bord.	5½	5¼	5	4¾	4½	4¼	4	3¾	3½	3¼	3	2½
Epaisseur de la premiere préceint.	7¾	7⅝	7	6½	6	5½	5	4½	4	3⅝	3¼	2¾
Epaisseur des bordages du fond.	4¼	4	3¾	3½	3¼	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2	1½
Epaisseur de la seconde préceinte.	5¾	5⅜	5	4⅝	4¼	3⅞	3⅛	3¼	3	—	—	—
Id. du rempliss. entre les préceint.	3¾	3⅝	3½	3⅜	3⅛	3	2⅞	2¾	2⅝	2⅛	2	1⅛
Id. du bord. entre la 2e. préc. & le plat-b.	3	3	2⅞	2¼	2⅝	2½	2⅜	2¼	2⅛	2	1¾	1¼
Equarrissage de la carlingue.	17	16½	15¾	15	14	13	12	11¼	10¼	9½	8	6
Entaille de la carlingue.	6	5⅝	5⅜	5	4⅝	4¼	3⅞	3½	3¼	3	2¾	2¼
Epaisseur du vaigrage.	4	3¾	3½	3¼	3	2¾	2⅝	2½	2⅜	2¼	1⅞	1½
Id. des bauq. ou serre des baux du 1er. pont.	7	6⅝	6¼	5⅞	5½	5⅛	4¾	4⅜	4	3⅝	3¼	2¾
Baux du 1er. pont. sur le tour.	18	17	16	15	14	12¾	11¼	10	9	8	7	5½
sur le droit.	19	18	17	16	15	13¾	12¼	11	10	9	8	6
Courb., au coll, ce qu'elles peuv. fourn., dim. jusqu'à.	11¼	10¾	10	9¼	8½	7⅞	7¼	6⅝	6	5⅜	4¾	4
Traversins.	5¾	5½	5⅛	4¾	4⅜	4	3⅜	3¼	3	2⅞	2¾	2½
Barrotins sur le tour.	5	4¾	4⅜	4	3¾	3½	3¼	3	2¾	2⅜	2¼	2
Epaisseur des hiloires.	6	5¾	5½	5¼	5	4¾	4½	4¼	4	3¾	3½	2
Epaisseur des bordages du pont.	4	3¾	3½	3¼	3	2⅞	2¾	2⅝	2⅛	2¼	2	1⅛
Epaisseur des serres-goutieres.	5¾	5⅜	5	4⅝	4⅜	4⅛	3⅞	3⅝	3⅜	3⅛	2¾	1¼
Bauq. ou serre des baux du pont su.	5¾	5¼	5	4¾	4¼	4⅛	3⅞	3⅝	3¼	3	2¼	1¾
Baux de ce pont sur le tour.	12½	11½	10¾	10⅛	9½	8⅞	8¼	7½	6¾	6	5	4
sur le droit.	13	12½	11¾	11	10½	10	9¼	8½	7¾	7	6	5
Courbes, diminuant jusqu'à.	8	7½	7	6½	6	5½	5	4½	4⅛	4	3¾	3¼
Traversins.	4	4	3⅞	3¾	3⅝	3½	3¼	3⅛	2⅞	2¾	2½	2
Barrotins sur le tour.	3¾	3¼	3⅛	3	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2¼	2	1½
Bordages du pont.	3½	3¼	3⅛	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2¼	2	1¾	1½
Serre-goutiere.	4	3¾	3½	3¼	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2¼	2	1¾
Bauq. ou serre des barrots des gail.	4	3¾	3½	3¼	3⅛	3	2⅞	2¾	2⅝	2⅜	2⅛	1⅞
Barrots sur le tour.	8¾	8	7¼	6⅞	6⅜	6⅛	5¾	5¼	4¾	4¼	3⅝	3
Courbes diminuant jusqu'à.	6½	6	5½	5¼	4¾	4⅜	4	3¾	3½	3¼	3	2¼
Bordages des gaillards.	3	2⅞	2¾	2½	2¼	2	2	2	2	1¾	1¾	1½
Barre du pont.	10	9½	9	8½	8	7½	7	6½	6	5⅝	5	4
Tête du gouver. suivant la largeur.	23	21⅞	20¾	19⅝	18½	17⅜	15⅞	14⅞	14	12	11	8
Barre du gouvernail *idem*.	10½	10	9¼	8½	8	7½	7	6½	6	5½	5	4
Epaisseur au talon.	9	8⅝	8¼	7¾	7¼	6¾	6¼	5¾	5¼	4⅞	4½	3

L'extrémité de l'avant de la quille $\frac{11}{12}$, & l'extrémité de l'arriere $\frac{5}{6}$ de l'épaisseur au milieu. L'épaisseur de l'étambot, près de la barre d'arcasse, & l'épaisseur de l'étrave à la préceinte, sont égales à celle du milieu de la quille, mais l'extrémité d'en haut de l'étrave est $\frac{1}{4}$ de plus.

Proportions de l'échantillon des bois pour les Bâtimens Corsaires.

Longueur de tête en tête.	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
Largeur.	41	38	36	34	32	29	27	25	22	19	17	15
Largeur de la quille sur le droit.	15½	14¾	14⅛	13¼	12½	11¾	11	10	9	8	7	5½
Largeur de l'étambot à la barre d'arcasse *idem*.	16	15½	15	14¼	13½	12½	11¾	10½	9¼	8	7	5½
Larg. de l'étrave à la préceinte *id.*	15½	14¾	14⅛	13¼	12½	11¾	11	10	9	8	7	5½
Extrémité du haut de l'étrave *idem*.	21	20	19	18	16¾	15¼	14¾	13¼	12½	11¼	9½	7
Varangues & genoux sur le droit.	11¼	10½	10	9⅛	9	8½	7⅞	7¼	6⅜	6	5½	5
Les autres pieces de membrure.	10¾	10	9½	9	8½	8	7⅜	6¾	6⅛	5½	5	4½
Sur le tour — aux vaig. d'empature.	11	10¼	9½	8¾	8	7⅜	6¾	6⅛	5½	5	4½	4
Sur le tour — à la hauteur du pont.	9	8	7¼	6½	5¾	5⅛	4⅜	4⅛	3¼	3½	3¼	3
Sur le tour — au plat-bord.	5	4¾	4½	4¼	4	3¾	3½	3¼	3	2⅞	2¾	2¼
Epaisseur de la préceinte.	7	6⅝	6¼	5⅞	5½	5	4½	4¼	3⅞	3½	3¼	2¾
Idem de bordages de fond.	4	3¾	3½	3¼	3	2¾	2⅝	2½	2⅜	2¼	2	1⅞
Ep. des bord. — au-dessus de la préc.	3½	3¼	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2⅜	2¼	2⅛	[illegible]	1⅜
Ep. des bord. — vers la lisse du plat-b.	3	2¾	2½	2⅜	2¼	2⅛	2	1⅞	1¾	1½	1⅚	1¼
Entaille dans la carlingue.	5	4¾	4⅜	4	3¾	3½	3¼	3	2⅞	2½	2	1¾
Baux du faux pont.	9½	8¾	8⅛	7¾	7¼	6¾	6½	—	—	—	—	—
Bordages du faux pont.	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2⅜	2¼	2⅛	2	1⅞	1½	1¼
Serre des baux du premier pont.	6	5⅜	5¼	4⅞	4½	4⅛	3¾	3⅜	3	2¾	2½	2
Baux du pont — sur le tour.	14	13	12	11	10	9	8¼	7½	6¾	6	5	4
Baux du pont — sur le droit.	16	15	14	13	11¾	10½	9¾	9	8¼	7½	6¼	5
Courbes du pont.	9¾	8¾	7¾	6¾	6¼	5¾	5¼	4⅞	4½	4	3¼	2¾
Serres-goutieres.	4¾	4½	4	3¾	3½	3¼	3	2¾	2½	2⅛	2	1½
Serres des barrots des gaillards.	4	3¾	3½	3¼	3	2⅞	2¾	2⅝	2½	2¼	2	1½
Barrots des gaillards sur le tour.	8½	7⅞	7¼	6⅝	6	5	5	4¾	4¼	4	3½	3
Courbes des gaillards.	6	5½	5	4⅝	4¼	4	3¾	3½	3¼	3⅛	3	2¾
Barrots de la dun. — sur le tour.	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Barrots de la dun. — sur le droit.	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serres-goutieres sur les gaillards.	3	2¾	2½	2¼	2	—	—	—	—	—	—	—
La tête du gouv. suiv. la larg. du V.	20	19½	18¾	17¾	16½	15¾	14¾	13⅙	12	11	9¼	7
La barre du gouvernail.	10	9¾	9¼	8½	7⅞	7¼	6½	5⅞	5⅜	4¾	4¼	3⅙
Equarrissage des bites.	17	16	15	12¾	11½	10¼	9	8	7½	7	6½	5

On n'a pas porté ici toutes les pieces qui entrent dans la construction d'un Vaisseau, parce que les personnes qui entendent cette partie, sauront se régler suivant les circonstances pour les proportions de celles qui y manquent, eu égard & à la bonté de l'exécution & en même tems à la pesanteur où doit être bornée la coque du Navire. Je vais, par rapport à cette derniere circonstance, donner une méthode de se procurer la cubature des pieces de différentes formes.

§ 34.

La maniere ordinaire de cuber les pieces peut être assez exacte lorsqu'il n'est question que de vendre ou d'acheter; mais lorsqu'il s'agit de déduire la pesanteur des pieces, de la cubature, il faut s'en procurer la vraie solidité; ce à quoi suffiront les deux formules suivantes. La premiere se trouve dans (*Simpsons flux. tom. 1, art.* 154.)

Fig. 35. Pour cette premiere: soit $AEGB$ (*Fig.* 35.) un solide dont les quatre faces AH, AF, CH, CF soient des plans, & ses bases $ADCB$, $EFGH$ des rectangles paralleles entr'eux.

Que la distance entre les deux bases prise sur une perpendiculaire $= a$; alors la solidité du corps sera $= \left(AB \times AD + EH \times EF + (AB + EH) \times (AD + EF) \right) \times \frac{1}{6}\, a$. Si $EF = 0$, le corps sera un coin dont une des extrémités sera plus courte que l'autre, & sa solidité sera $= (2\,AB + EH) \times AD \times \frac{1}{6}\, a$: mais si $EF = EH$ & $AD = AB$, d'où le corps sera une pyramide tronquée, la solidité en sera $= (AB^2 + AB \times EH + EH^2) \times \frac{1}{3}\, a$; & enfin, si EH dans cette derniere expression $= 0$, le corps sera une pyramide dont la solidité sera $= AB^2 \times \frac{1}{3}\, a$.

Par exemple, soit $AB = 18$ pouces, $AD = 12$ pouces, $EH = 10$ pouces, $EF = 8$ pouces, la hauteur $a = 20$ pieds; la solidité sera $\left(18 \times 12 + 10 \times 8 + (18 + 10) \times (12 + 8) \right) \times \frac{1}{6} \times 20 = 2853{,}33$: mais comme la largeur & l'épaisseur sont en pouces, il faut diviser cette quantité par 144, & la solidité sera $= 19{,}814$ pieds cubiques.

Fig. 36. Pour la seconde formule: soit $FACDE$ (*Figure* 36) un corps rond engendré par la révolution de la courbe ABC sur HG comme axe: que la courbe génératrice ABC soit une parabole qui ait son

ſommet en C; ſoit AI une ordonnée parallele à l'axe GH & CI l'abſciſſe de cette ordonnée, IK ſa ſous-tangente ; ſoit $IK : IC :: m : n$, & le parametre $= 1$; alors l'équation de cette parabole * ſera $(CI)^n = (AI)^m$: ſoit enfin la longueur $GH = a$, le diametre $CE = b$, & le diametre $AF = c$.

Le rapport du quarré du diametre du cercle à la ſurface dudit cercle, étant à peu près comme 14 à 11, la ſolidité de ce corps pourra s'exprimer par $\frac{11}{14} a \times \frac{(m+n) \times nc^2 + 2mnbc + 2m^2b^2}{(m+n) \times n + 2mn + 2m^2}$. Si ABC eſt une parabole du ſecond degré, alors $m = 2$, $n = 1$, & la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{3c^2 + 4bc + 8b^2}{15}$; & ſi $c = 0$, la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{8}{15} b^2$.

Si ABC eſt une parabole cubique de la premiere eſpece, alors $m = 3$, $n = 1$, & la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{4c^2 + 6bc + 18b^2}{28}$; & quand $c = 0$, la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{9}{14} b^2$.

Si ABC eſt une parabole cubique de la deuxieme eſpece, alors $m = 3$, $n = 2$, & la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{10c^2 + 12bc + 18b^2}{40}$, & quand $c = 0$, la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{9b^2}{20}$.

Si ABC eſt une ligne droite, alors le corps eſt un cône tronqué, & $m : n :: 1 : 1$; la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{c^2 + bc + b^2}{3}$; & enfin, ſi $c = 0$, le corps ſera un cône entier dont la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{b^2}{3}$

Par exemple : on demande la ſolidité d'une vergue qui a 68 pieds de longueur, 17 pouces de diametre au milieu, & 7 pouces de diametre aux extrémités. Alors $a = 68$, $b = 17$, & $c = 7$: ſi la courbe génératrice dont la révolution forme cette vergue, eſt une parabole du ſecond degré, on aura ſa ſolidité $= \frac{11}{14} a \times \frac{3c^2 + 4bc + 8b^2}{15}$ $= \frac{11}{14} \times 68 \times \frac{3 \times 7^2 + 4 \times 17 \times 7 + 8 \times 17^2}{15} = 10454$: mais les diametres 17 & 7 étant exprimés en pouces, il faudra diviſer cette quantité par 144, & on aura, pour la ſolidité de la vergue, $72 \frac{6}{10}$ pieds cubiques.

* Du degré m.

Connoiſſant la peſanteur d'un pied cubique du bois dont eſt faite la vergue, on en aura aiſément la peſanteur totale ; par exemple, ſi un pied cubique de ce bois peſe 40 livres, multipliant cette quantité par 72,6, le produit ſera 2904 livres = 9 Skiponds poids de fer ; & ſi on diviſe 2904 par 63, on aura la peſanteur de 46 pieds cubiques d'eau de mer.

Cette formule de la ſolidité d'un corps rond peut ſervir à jauger une barique, quand la courbe eſt quelqu'une des lignes paraboliques. On opere de la maniere ſuivante :

On meſure le diametre de la barique au milieu, ainſi qu'aux extrémités, de dedans en dedans ; $CE = b$, $AF = c$; la moitié de la différence de ces deux quantités $= n$.

Pour connoître la puiſſance & l'eſpece de la parabole qu'on doit employer dans le calcul, on prend une regle bien dreſſée qu'on poſe ſur une de ſes extrémités, de maniere qu'elle ſoit tangante à ce point, comme AK en A.

Du point C milieu de la barique, on prend la longueur CK ſur une ligne perpendiculaire à l'axe (on ſuppoſe les douvelles également épaiſſes par-tout) ; CK ajouté à n donnera m. Prenez encore la longueur de la barique (a) de dedans en dedans.

Par exemple : $a = 4{,}04$ pieds ; $b = 3{,}4$ pieds ; $c = 2{,}6$ pieds : ainſi, $\frac{b-c}{2} = 0{,}4 = n$. Que la diſtance CK de la barique à la regle $AK = 0{,}15$; alors $0{,}4 + 0{,}15 + 0{,}55 = m$.

La contenance de la barique ſera donc, ſuivant la formule,

$$= \frac{11}{14} \times 4{,}04 \times \frac{0{,}95 \times 0{,}4 \times (2{,}6)^2 + 2 \times 0{,}22 \times 8{,}84 + 2 \times 0{,}3025 \times (3{,}4)^2}{0{,}95 \times 0{,}4 + 2 \times 0{,}22 + 2 \times 0{,}3025}$$

$= \frac{11}{14} \times 4{,}04 \times \frac{13.452}{1{,}425} = \frac{11}{14} \times 4{,}04 \times 9{,}44 = 30$ pieds cubiques ou 300 kanes.

On peut auſſi, au moyen de cette formule, trouver la longueur & les diametres de toutes ſortes de futailles pour une contenance donnée.

Par exemple, on veut ſavoir de quelle dimenſion doit être une piece qui doit cuber 33 pieds, ou contenir 330 kanes.

Soit la longueur $= a$; le grand diametre $= b$; ceux des extrémités $= c$; que ces dimenſions intérieures ſoient comme $6 : 5 : 4$: alors $b = \frac{5}{6}\, a$, & $c = \frac{4}{6}\, a$; & ſi la courbure des douvelles forme

une parabole cubique de la seconde espece, m sera $= 3$, & $n = 2$. Ainsi, $\frac{11}{14} a^3 \times \frac{10 \times \frac{16}{36} + 12 \times \frac{20}{36} + 18 \times \frac{25}{36}}{10 + 12 + 18} = 33$: De-là $a^3 = \frac{33 \times 14 \times 36 \times (10 + 12 + 18)}{11 \times (10 \times 16 + 12 \times 20 + 18 \times 25)}$ $= \frac{665280}{9350} = 70,83$; & enfin $a = 4,123$, d'où $b = 3,436$, & $c = 2,749$ pieds.

§ 35.

Du tracé des plans en grand, d'après lequel on fait les gabarits.

Prenons pour exemple le Corsaire (*fig.* 45 & 51). Pour l'exécution, on trace : de l'avant entre les couples P, S, W & l'étrave, d'autres couples U & R (*fig.* 37) ; & de l'arriere entre les couples 21, 24 & l'étambot, ceux 26, 25 & 23 : (*voyez planc.* 10 *fig.* 37) où, pour plus de clarté, le plan est fait sur une plus grande échelle.

Fig. 37.

Un Bâtiment qui a assez peu d'acculement de varangue pour lui permettre d'échouer dans les lieux de marées, doit avoir assez de longueur de varangue pour que, portant sur terre, l'extrémité de ladite varangue qui touche, dépasse au moins d'un pied vers son empature, le point de contact.

Mais comme un Vaisseau aussi fin que celui dont il est ici question, ne pourroit échouer, on a la liberté de faire la varangue aussi courte qu'on le désire.

C'est pourquoi, si les bois pour la construction du Vaisseau sont sur les lieux, on doit reconnoître leur forme & leur longueur, pour d'après cela, marquer sur le plan les endroits où les différentes pieces devront s'écarver, comme en I, II, III. La varangue sera $IBBI$; les genoux iront de B en II ; les premieres allonges de I en III ; les secondes de II en C ; les bouts d'allonges de III en C.

De cette maniere chaque couple sera composée d'une varangue, de deux genoux, de quatre allonges, & de deux bouts d'allonges : mais si les bois n'ont pas la longueur que l'on suppose ici, il faudra changer les divisions, diminuant les empatures, de façon qu'il y aura une allonge de plus de chaque côté. Cependant on ne pourroit employer des bois si courts, qu'ils ne puissent fournir, pour les Vaisseaux de cette grandeur, six pieds d'empature du genou sur la varangue, & quatre pieds un quart aux autres pieces.

Quand tous les écarts sont ainsi marqués, on trace sur le plan les lignes 1, 2, 3, 4, 5, 6 & 7 à peu près selon la direction que doivent prendre les bordages : ces lignes sont la projection des lisses qui sont clouées d'après lesdites lignes, lorsque tous les couples de levée sont établis sur la quille.

Pour avoir le contour des allonges, on trace une lisse entre celles du fort & du plat-bord ; elle est marquée, tant dans le plan vertical que dans celui d'élévation, par 8 (*fig.* 37). La ligne 9 marque les hauteurs de la lisse du fort, 10 celles de la lisse du plat-bord, 11 celles des lisses de rabattue. Toutes ces opérations faites, on prend les différentes distances dont on forme un devis, tel qu'on le voit ci-après (*fig.* 37, 45 & 51).

Distibution des couples.

De la perpendiculaire	Pied	Pou.	1/8
de l'étambot au. . 26.	2	4	4
Du 26 au 25.	1	3	2
Du 25 au 24.	2	6	3
Du 24 au 23.	3	1	2
Du 23 au 21.	3	1	2
Du 21 au 18.	6	2	4
Du 18 au 15.	6	2	4
Du 15 au 12.	6	2	4
Du 12 au 9.	6	2	4
Du 9 au 6.	6	2	4
Du 6 au 3.	6	2	4
Du 3 au Φ	6	2	4
Du Φ au C.	6	2	4
Du C au F.	6	2	4
Du F au I.	6	2	4
Du I au M.	6	2	4
Du M au P.	6	2	4
Du P au R.	3	1	2
Du R au S.	3	1	2
Du S au U.	3	1	2
Du U au W.	3	1	2
De W à la perp. de l'étr.	3	2	3
Long. t. de perp. à perp.	102	6	0

Construction du Φ couple.

	Haut. au-dessus de la rab. de la quille.			demi-larg.		
	pie.	po.	1/8	pie.	po.	1/8
1re. lisse.	1	2	1	2	3	7
2e. lisse.	1	10	5	4	4	3
Entre la 2e. & 3e.	2	2	6	5	8	4
3e. . . .	2	8	2	7	2	2
Entre la 3e. & 4e.	3	3	1	8	6	4
4e. . . .	3	11	6	9	9	4
Entre la 4e. & 5e.	4	10	6	10	11	7
5e. . . .	5	11	6	12	0	1
Entre la 5e. & 6e.	7	2	3	12	10	3
6e. . . .	8	5	6	13	5	4
7e. . . .	10	4	0	13	10	1
Lisse du fort. .	11	11	2	13	10	5
Lisse entre celles du fort & du plat-bord. . . .	14	6	7	13	1	3
Lisse du plat-b.	17	2	1	13	9	5

Haut. des lisses sur la ligne du milieu.

	Avant.			Arriere.		
Premiere. . . .	3	10	1	5	10	3
Deuxieme. . .	5	10	3	7	10	5
Troisieme. . .	8	2	4	10	4	2
Quatrieme. . .	10	9	2	13	6	5
Cinquieme. . .	13	3	2	16	4	5
Sixieme. . . .	15	9	4	18	5	1
Septieme. . . .	17	3	1	20	3	4

Lisse du fort arriere.	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . . 3	12	0	0	13	10	1
6	12	1	3	13	8	2
9	12	4	1	13	5	6
12	12	7	7	13	1	7
15	13	1	0	12	8	4
18	13	7	5	12	1	4
21	14	3	6	11	4	3
23	14	8	6	10	11	5
24	15	2	4	10	5	4
25	15	7	2	10	0	4
26	15	9	6	9	10	0
A l'allonge de corn.	16	1	0	9	6	3
A l'all. de tableau.	16	9	1	8	9	7

Lisse du fort avant.	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . . C	11	11	6	13	10	1
F	12	1	4	13	9	—
I	12	4	5	13	6	4
M	12	10	3	13	—	5
P	13	6	5	12	1	—
R	13	11	6	11	1	6
S	14	5	7	9	8	—
U	15	1	2	7	5	5
W	15	9	7	3	11	6
A l'étrave.	16	4	6	—	—	—

Lisse moyenne entre celles du fort & du plat-bord.

Arriere.	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . . 3	14	7	4	13	1	—
6	14	8	4	13	—	—
9	14	10	6	12	9	6
12	15	1	4	12	6	3
15	15	4	7	12	1	6
18	15	8	7	11	7	6
21	16	2	0	11	—	2
24	16	8	0	10	3	1
A l'allonge de corn.	17	3	0	9	4	5
A l'allonge de tabl	17	8	0	8	8	6

Avant.	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . . C	14	7	3	13	1	3
F	14	8	—	13	—	3
I	14	10	—	12	10	4
M	15	—	7	12	5	4
P	15	4	7	11	7	4
R	15	7	3	10	9	7
S	15	10	7	9	6	4
U	16	2	2	7	5	5
W	16	7	0	3	11	6
A l'étrave.	16	10	3	—	—	—

Lisse du plat-bord.

Arriere.

	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . . 3	17	2	5	11	9	3
6	17	3	7	11	8	3
9	17	5	7	11	6	3
12	17	8	5	11	3	2
15	17	11	7	10	10	6
18	18	4	—	10	5	2
21	18	8	7	9	10	1
24	19	3	4	9	1	6
A l'allonge de corn.	19	10	5	8	3	6
A l'allonge de tabl.	20	4	2	7	7	6

Avant.

	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . . C	17	2	5	11	9	1
F	17	3	3	11	8	—
I	17	5	—	10	5	5
M	17	7	7	11	1	3
P	17	11	6	10	5	—
R	18	2	3	9	10	1
S	18	5	2	8	11	7
U	18	9	4	7	8	4

Lisse de rabature.

Arriere.

	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . 15	19	3	1	10	4	2
18	19	7	1	9	11	—
21	19	11	7	9	4	4
24	20	6	1	8	8	3
A l'allonge de corn.	21	1	7	7	10	1
A l'allonge de tabl.	21	8	—	7	2	3

Avant.

	Hauteur du dessus de la rablure de la quille.			$\frac{1}{2}$ larg.		
	Pi	Po	$\frac{1}{8}$	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Aux couples. . M	18	8	7	10	9	6
P	19	—	7	10	2	—
R	19	4	—	9	8	—
S	19	7	2	8	11	2
U	19	11	2	7	10	7

Diſtance ſur les liſſes arriere.

	Premiere liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	—	7
6	—	3	3
9	—	6	7
12	—	10	7
15	1	4	3
18	1	10	6
21	2	7	7
23	3	1	6
24	3	8	—
25	4	3	2
26	4	6	4
A la l. du m.	5	3	—

	Seconde liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	1	3
6	—	5	1
9	—	10	4
12	1	5	3
15	2	2	2
18	3	—	7
21	4	1	7
23	4	10	—
24	5	7	3
25	6	4	—
26	6	8	5
A la l. du m.	7	5	1

	Troiſieme liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	2	—
6	—	7	4
9	1	3	—
12	2	—	5
15	3	—	4
18	4	2	2
21	5	7	2
23	6	5	7
24	7	6	3
25	8	8	—
26	9	4	5
A la l. du m.	10	6	—

	Quatrieme liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	2	4
6	—	7	7
9	1	4	—
12	2	2	3
15	3	3	4
18	4	6	4
21	6	—	5
23	6	11	6
24	8	1	6
25	9	4	4
26	10	3	4
A la liſ. d'ho.	11	5	6
A la l. du m.	13	8	2

	Cinquieme liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	2	—
6	—	5	6
9	1	1	—
12	1	10	4
15	2	10	—
18	4	—	3
21	5	6	2
23	6	5	1
24	7	5	6
25	8	6	1
26	9	1	5
A la liſ. d'ho.	9	8	6
A la l. du m.	15	11	—

	Sixieme liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	1	4
6	—	4	1
9	—	9	2
12	1	4	1
15	2	1	3
18	3	1	4
21	4	5	4
23	5	2	4
24	6	1	2
25	6	10	6
26	7	3	7
A la liſ. d'ho.	7	9	5
A la l. du m.	16	8	7

	Septieme liſſe. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux 3	—	—	6
6	—	3	3
9	—	7	4
12	1	—	7
15	1	8	2
18	2	6	2
21	3	7	4
23	4	3	2
24	5	—	1
25	5	7	7
26	5	11	7
A la l. du m.	17	—	6

	Can ſup. de la préceint. Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Haut. au-d. de la rabl. 3	11	11	6
6	12	—	6
9	12	3	—
12	12	5	6
15	12	9	2
18	13	1	6
21	13	7	2
23	13	10	3
24	14	2	—
25	14	5	1
26	14	6	5
A l'all. de c.	14	8	3

Distance sur les lisses avant.

	Premiere lisse.				Deuxieme lisse.				Troisieme lisse.				Quatrieme lisse.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$		Pi.	Po	$\frac{1}{8}$		Pi.	Po	$\frac{1}{8}$		Pi.	Po	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux C	—	—	—	Du ⊕ aux C	—	—	4	Du ⊕ aux C	—	1	6	Du ⊕ aux C	—	1	7
F	—	—	4	F	—	2	1	F	—	5	2	F	—	6	—
I	—	2	1	I	—	6	1	I	1	—	7	I	1	2	3
M	—	5	5	M	1	—	7	M	1	11	5	M	2	3	4
P	1	—	—	P	1	11	5	P	3	2	3	P	3	10	—
R	1	4	3	R	2	6	6	R	4	—	1	R	4	10	1
S	1	9	5	S	3	2	7	S	4	11	7	S	6	1	—
U	2	4	5	U	4	—	7	U	6	2	3	U	7	8	—
W	—	—	—	W	5	—	7	W	7	7	4	W	9	8	—
A la l. du m.	3	6	5	A la l. du m.	5	11	1	A la l. du m.	9	1	—	A la l. du m.	11	11	4

	Cinquieme lisse.				Sixieme lisse.				Septieme lisse.				Can supér. de la préc.		
	Pi.	Po	$\frac{1}{8}$		Pi.	Po	$\frac{1}{8}$		Pi.	Po	$\frac{1}{8}$	Haut. au-d.	Pi.	Po.	$\frac{1}{8}$
Du ⊕ aux C	—	1	—	Du ⊕ aux C	—	—	5	Du ⊕ aux C	—	—	4	de la rabl. C	11	11	5
F	—	4	2	F	—	3	—	F	—	2	2	F	12	—	3
I	—	11	7	I	—	8	4	I	—	5	7	I	12	2	1
M	2	—	2	M	1	6	4	M	1	2	1	M	12	4	7
P	3	8	—	P	3	—	4	P	2	5	6	P	12	9	—
R	4	9	6	R	4	2	—	R	3	6	6	R	12	11	5
S	6	3	1	S	5	8	1	S	5	1	1	S	13	3	—
U	8	2	6	U	7	11	5	U	7	6	—	U	13	7	1
W	10	11	2	W	11	3	7	W	11	1	5	W	13	11	6
A la l. du m.	14	—	6	A la l. du m.	15	4	—	A la l. du m.	15	6	1	A l'étrave..	14	3	3

C'est d'après ce devis que l'on trace en grand, à la salle, selon le pied ordinaire. Les couples & autres lignes courbes qui se trouvent dans le plan, se tracent sur le plancher au moyen de lattes pliantes qui, assujetties aux points donnés, prennent le contour qu'on desire.

La demi-largeur de la quille, de l'étrave & de l'étambot sur le

droit, eſt tracée de chaque côté de la ligne du milieu ; on trace auſſi la ligne ponctuée *aa* pour la profondeur de la rablure, & celles *bb* pour ſa largeur ſur l'étrave & l'étambot.

Les cans ſupérieur & inférieur des préceintes ſont auſſi déſignés par 12 & 13.

Tant pour vérifier l'exactitude du vertical, que pour ſe procurer l'équerrage de la membrure, l'on trace les liſſes de l'étrave & de l'étambot, au maître couple ; pour cela, l'on prend ſur toutes les liſſes 1, 2, 3, &c. du vertical, les diſtances de la ligne du milieu à chaque couple, & on les tranſporte de la ligne du milieu *DD* ſur les couples correſpondantes dans ce plan des liſſes (ſuivant leurs obliquités) ; cela donnera les liſſes 1, 1 ; 2, 2 ; 3, 3, &c.

Les couples proche des extrémités ne pouvant ſe trouver dans un plan perpendiculaire à la ligne du milieu *DD* ſans avoir trop de courbure, & exiger des bois d'un trop fort échantillon, à cauſe du grand équerrage, l'uſage eſt de les mettre dans un plan vertical, mais oblique par rapport au plan d'élévation ou à la ligne du milieu *DD*, comme *KE*, *FF*, *GG*, *HH*. On appelle ces trois derniers couples, *couples dévoyés* : *KE* ou celui de l'arriere eſt l'eſtain qui détermine la longueur des barres, en deſſous de la liſſe d'hourdi.

Il ne faut pas porter *E* fort loin de l'étambot, cela allongeroit trop leſdites barres ; & comme elles ſont d'ordinaires aſſez courbes, on rencontreroit des difficultés à trouver des pieces propres à les faire.

Il faut auſſi qu'il y ait des bornes aux dévoiemens des couples, car ſans cela ceux de rempliſſage ſe trouveroient travaillés à venir à rien en bas.

Pour avoir les gabarits & équerrages de ces pieces (les couples de rempliſſage, barres & eſtain), tracez ſur le plan vertical, des lignes de flottaiſon *, premierement ſuivant le can ſupérieur des barres d'arcaſſe *L*, *M*, *N*, *O*, & enſuite en deſſous, à volonté, comme *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, & pour ceux de l'avant *i*, *k*, *l*, *m*, *n* : rapportez ces lignes de flottaiſon ſur le plan des liſſes où elles ſont marquées par les mêmes lettres.

Les lignes *M*, *N*, *O* donnent les gabarits du can ſupérieur des barres

* Ces lignes de flottaiſon n'ayant d'autre objet que de donner le gabarits des barres, & l'équerrage des couples dévoyés, on les fait dans un plan parallele à la quille.

d'arcaſſe, & la ligne *L* en *IK*, l'équerrage des extrémités de la liſſe d'hourdi.

On prend ſur le plan des liſſes, la diſtance de *E* à tous les points où les lignes de flottaiſon coupent *KE* ou le can d'arriere de l'eſtain ; on tranſporte ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan vertical, à partir de la ligne du milieu; & en faiſant paſſer une courbe par tous les points que donnera cette opération, on aura la ligne *qq* pour le gabarit de l'eſtain.

A une diſtance de *KE* égale à la largeur de l'eſtain ſur le droit, tracez-y la parallele *Pr*; de *E* tracez la ligne *EP* perpendiculaire à *KE*; prenez les diſtances de *P* à tous les points où *Pr* rencontre les lignes de flottaiſon, & tranſportez auſſi ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan vertical. Par tous ces points tracez *ss*; cette courbe vous donnera le can d'avant de l'eſtain, & la diſtance entre *qq* & *ss* indiquera de combien l'équerrage de cette piece doit être en dedans ou en dehors de l'arête de l'arriere.

Pour trouver les points où chaque liſſe rencontre l'eſtain :

Prenez toutes les diſtances perpendiculaires de la ligne du milieu *DD* aux points où les lignes de flottaiſon rencontrent la ligne *KE*; portez ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan vertical, à partir auſſi de la ligne du milieu : par tous les points que cela donnera, faites paſſer la courbe *tt*; cela donnera la projection de l'arête de l'arriere de l'eſtain.

Des points *uu* où les liſſes rencontrent cette courbe, tirez les lignes horizontales *uw*; alors *ww* où ces petites lignes rencontrent la courbe *qq*, ſont les points de l'eſtain vrai où il eſt coupé par les liſſes.

Pour trouver les points où l'eſtain rencontre les liſſes :

Prenez la diſtance perpendiculaire de la ligne du milieu à tous les points où les liſſes 1, 1; 2, 2; 3, 3, &c. rencontrent les couples; portez ces diſtances ſur les couples correſpondantes du plan des liſſes à partir de la ligne du milieu *DD*; par les points que donnera cette opération, faites paſſer les courbes 1, 2, 3, &c., qui ſont ponctuées; cela donnera ce que l'on appelle *le plan horizontal des liſſes*.

Des points *x*, *x* où ces lignes rencontrent *KE*, tracez les petites lignes *xy*, *xy* perpendiculaires à la ligne du milieu *DD*; les points *y*, *y* où ces lignes rencontrent les liſſes 1,1; 2,2; 3,3; &c., ſont ceux où l'eſtain eſt coupé par leſdites liſſes.

L'estain donne l'équerrage de l'extrémité des barres; mais l'équerrage desdites barres entre leur extrémité & le milieu, se trouve par la méthode suivante :

Tirez sur le plan horisontal les lignes IV, V & VI à volonté, mais paralleles à *DD*; on prendra la distance du point de rencontre de ces lignes avec celles de flottaison, à la perpendiculaire de l'étambot, & on transportera ces distances sur les lignes de flottaison correspondantes du plan d'élévation, à partir de ladite perpendiculaire de l'étambot: par les points que cela donnera, on tracera les courbes IV, V, VI: ces lignes donneront l'équerrage des barres d'arcasse. L'équerrage des barres les plus basses pourront aussi se trouver au moyen des couples 25 & 26.

On se procure les gabarits & l'équerrage des couples dévoyés de l'avant & de l'arriere, en opérant comme on l'a fait pour l'estain; ce que l'on peut assez voir par le plan.

D'après le tracé des couples, des couples dévoyés & des barres d'arcasse, on fait des gabarits de planches de sap très-minces sur lesquels on marque la projection des lisses, les hauteur & largeur des lisses de plat-bord, préceintes, & même les ponts, si on le juge à propos.

Les gabarits des parties de l'avant & de l'arriere qui ont beaucoup de rond, se font d'après les lisses 1,1; 2,2; 3,3, &c. du plan horizontal, mais avec des planches de sap de 2 pouces d'épaisseur, & que l'on met même en double pour leur donner plus de solidité.

On trace une couple de lisse au-dessus des préceintes qui peuvent être horizontales, ou selon des lignes droites qui approcheroient le plus du parallélisme avec lesdites préceintes.

On fait les gabarits des varangues assez larges au milieu pour en avoir toute la hauteur.

L'équerrage des pieces est marqué, ou sur les gabarits même, ou sur une planchette.

Il est essentiel de mettre toute le précision possible dans le tracé; non-seulement la construction en devient plus conforme au plan, mais encore on y trouve de l'économie de journées d'ouvriers qui peuvent alors assembler les couples & les élever sur la quille, sans que pour qu'ils aillent bien ensemble & puissent suivre leur gradation, on ait besoin d'y retoucher.

§ 36.

De la construction de l'échelle de solidité.

Suppoſons que l'on veuille faire l'échelle de ſolidité du Corſaire, (*Fig.* 43, 44 & 46) duquel on a le déplacement calculé dans le paragraphe 4:

On doit commencer le calcul pour la conſtruction de cette échelle du plan de flottaiſon ſupérieur, de façon qu'on ſe procure ſucceſſivement la ſolidité entre ce plan & ceux des flottaiſons inférieures : l'opération ſe fait de la maniere ſuivante.

Solidité de la Tranche entre le premier & le deuxieme Plan de flottaiſon.

Demi-aire du plan de flottaiſon ſupérieur. . .	1293,91
Idem du ſecond, *dito*.	1178,03
2)	2471,94
	1235,97
Multiplié par la diſtan. entre les plans de flot. . . .	1,62
½ ſolidité entre le 1.^r & le 2.^d plan de flot. =	2002,27
Bordages.	50,73
Etrave & étambot.	2,00
	2055,00
	2

Déplacement de la partie à 1,62 pieds en deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur = 4110,00 = 45,16 laſt.

Solidité des tranches entre le 1^r. & le 3e. plan de flottaiſon.

½ aire du 1^r. plan de flottaiſ.	= 1293,91 × 1 =	1293,91
Idem du 2^d.	= 1178,03 × 4 =	4712,12
Idem du 3e.	= 1030,69 × 1 =	1030,69
		7036,72

de

De la Gardette .

de ci-contre.	7036,72
Multipliés par le $\frac{1}{3}$ de la distance entre les plans de flottaison.	0,54
$\frac{1}{2}$ solidité entre le 1.^{r} & le 3.e plan de flot. .	3799,83
Bordages.	104,17
Etrave & étambot.	4,00
	3908,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 3,24 pieds en dessous du plan de flottaison supérieur. . .	= 7816,00 = 85,89 last.

Solidité des tranches entre le premier & le quatrieme plan de flottaison.

Demi-aire du 3e. plan de flottaison.	1030,69
Idem du quatrieme.	856,93
2)	1887,62
	943,81
Multipliés par la dist. entre les plans de flot.	1,62
Demi-solid. entre le 3e. & le 4e. plan de flot.	1528,97
Demi-solid. entre le 1^{r}. & le 3e. plan de flot.	3799,83
Demi-solid. entre le 1^{r}. & le 4e. plan de flot.	5328,80
Bordages.	165,20
Etrave & étambot.	6,00
	5500,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 4,86 pieds en dessous du plan de flottaison supérieur. . .	11000,00 = 120,88 last.

Solidité des tranches entre le premier & le cinquieme plan de flottaison.

$\frac{1}{3}$ aire du plan de flot. sup.	= 1293,91	× 1 =	1293,91
Idem du second.	= 1178,03	× 4 =	4712,12
Idem du troisieme.	= 1030,69	× 2 =	2061,38
Idem du quatrieme.	= 856,93	× 4 =	4327,72
Idem du cinquieme.	= 662,38	× 1 =	662,38
			12157,51

	12157,51
Mult. par le $\frac{1}{3}$ de la dist. entre les plans de flot.	0,54
$\frac{1}{2}$ solidité entre le 1^{r}. & le 5e. plan de flot.	6565,05
Bordages.	239,95
Etrave & étambot.	9,00
	6814,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 6,48 pieds en dessous du plan de flottaison supérieur. . .	13628,00 = 149,75 last.

Solidité des tranches entre le premier & le sixieme plan de flottaison.

$\frac{1}{2}$ aire du cinquieme plan de flottaison. . . .	662,38
Idem du sixieme.	434,83
2)	1097,21
	548,60
Multipliés par la dist. entre les plans de flot.	1,62
	888,73
$\frac{1}{2}$ solidité entre le 1^{r}. & le 5e. plan de flot.	6565,05
$\frac{1}{2}$ solidité entre le 1^{r}. & le 6e. plan de flot.	7453,78
Bordages.	335,22
Etrave & étambot.	12,00
	7801,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 8,1 pieds en dessous du plan de flottaison supérieur. . =	15602,00 = 171,45 last.

Solidité des tranches entre le premier & le septieme plan de flottaison.

$\frac{1}{2}$ solidité entre le 1^{r}. & le 7e. plan de flot. .	7957 (Parag. 4, p 16.)
Bordages.	426
Etrave & étambot.	16
	8399 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 9,72 pieds au-dessous du plan de flottaison supérieur. . =	16798 = 184,6 last.

Solidité depuis le plan de flottaison supérieur jusqu'à la quille.

½ solid. entre le 1^r. plan de flot. & la quille.	8105	(*pag.* 16.)
Bordages.	500	
Etrave & étambot.	20	
	8625	pieds cubes.
	2	
Déplacement de la partie à 11,72 pieds au-dessous du plan de flottaison supérieur.	17250 = 189,56 last.	

D'après ce calcul, construisez l'échelle de solidité.

Tracez deux lignes perpendiculaires entr'elles, l'une dans le sens horisontal, l'autre dans le sens vertical; faites sur la ligne horisontale une échelle décimale à volonté qui représentera des lastes fortes, & sur la verticale une autre échelle, aussi à volonté, en pieds, comme on le voit, *figure* 50.

En dessous de la ligne horisontale & à des distances de cette ligne supérieure, de 1,62, 3,24, 4,86, 6,48, 8,1, 9,72 & 11,2 pieds, tracez-y des paralleles.

Sur l'échelle de lastes, prenez les quantités trouvées en lastes 45,16, 85,89, 120,88, 149,75, 171,45, 184,6 & 189,56; portez ces quantités sur les lignes horisontales correspondantes, à partir de la ligne verticale.

Par tous ces points faites passer une courbe, & vous aurez votre échelle de solidité.

L'échelle horisontale est en tonneaux de France, tons Anglois, & lastes fortes Suédoises.

Voici la maniere de se servir de cette échelle :

La ligne *ab* * sur le plan d'élévation est la ligne supérieure de flottaison, le Corsaire étant à sa charge. Supposons que la ligne de flottaison avant qu'il soit chargé tout-à-fait, fût celle *cd*; alors on prend les distances *ac* & *bd* qui, d'après l'échelle du plan, donnent 4 pieds 0 pouces & 5 pieds 0 pouces; on ajoute ces deux quantités, & on en prend la moitié de la somme, 4 pieds 6 pouces. Prenez cette quantité 4 pieds 6 pouces sur l'échelle de solidité, vous aurez

* Voyez l'ouvrage intitulé *Architectura Navalis*, &c., Planche IV, N°. 4. L'usage de cette échelle est si simple, que nous n'avons pas cru devoir ajouter un plan de Vaisseau à notre Ouvrage, pour en faciliter l'intelligence.

e g qu'il faut tranſporter perpendiculairement à la ligne *e f* juſqu'à ce qu'elle rencontre la courbe en *h*. De *h* menez la ligne *h i* perpendiculairement à *f e*, ou, ce qui eſt la même choſe, parallélement à *e g*; cette ligne marque ſur l'échelle de la charge la quantité peſante qu'il faut encore mettre à bord pour faire caler le Vaiſſeau juſqu'à la ligne *a b*, c'eſt-à-dire, 110 laſtes fortes Suédoiſes.

Si le Vaiſſeau eſt tout-à-fait lége, on peut de cette maniere trouver la charge qu'il peut prendre; ou ſi l'on a une fois obſervé la flottaiſon d'un Vaiſſeau, & qu'on lui en trouve une autre, on pourra, au moyen de ladite échelle, ſe procurer la quantité peſante que le Vaiſſeau a reçue à bord, ou qui en a été déchargée pour qu'il ſoit ainſi plus calé ou plus lége.

Si on avoit de pareilles échelles pour tous les Vaiſſeaux faites par le Conſtructeur du Bâtiment, l'Armateur ou le Capitaine ſeroit toujours à même de voir la charge qu'il pourroit prendre à bord, & cela avec une exactitude à ne pas ſe tromper d'une laſte pour le plus grand Vaiſſeau, quand la ligne de charge eſt déterminée.

Cette échelle eſt particuliérement néceſſaire pour les Bâtimens de guerre ou Corſaires, afin que ſachant la quantité de vivres & d'autres munitions qu'ils doivent prendre, on puiſſe déterminer le leſt qu'ils peuvent embarquer pour ne caler que juſqu'à leur flottaiſon en charge.

CHAPITRE X.

Sur la qualité, dans les Vaiſſeaux, d'être ardent.

§ 37.

QUand le vent dépend, les Vaiſſeaux ſont plus ou moins ardents, c'eſt-à-dire, tendent plus ou moins à venir au vent; cela peut provenir d'une augmentation ou d'une diminution de voiles à l'une des extrémités, ce qui fait varier le centre de gravité de la voilure de l'avant à l'arriere, de l'arriere à l'avant.

Il y a cependant des Vaiſſeaux d'une forme telle qu'ils ſont toujours ardents, quoique le centre de gravité de la voilure ſoit porté de l'avant. D'autres ſont lâches, ou ont de la peine à venir au vent, quoique ledit centre de gravité des voiles ſoit porté de l'arriere.

Il n'y a d'autres forces qui agiſſent ſur le Vaiſſeau, que l'air en mouvement & l'eau, c'eſt-à-dire, le vent ſur les voiles, & l'eau ſur la carene du Navire; & puiſque la diſpoſition des voiles ſeule ne peut produire ou empêcher cette tention à venir au vent, ſa cauſe doit provenir auſſi de l'effet de l'eau ſur la carene.

Repréſentons-nous, pour un moment, le Vaiſſeau ſeulement relativement à ſa peſanteur, & ſuppoſons-le être d'une forme indéterminée, les poids raſſemblés proche le centre de gravité. Que ce corps ſoit mu dans l'eau avec une certaine viteſſe. Suppoſons une autre force qui agiſſe dans un ſens contraire au mouvement du corps, non pas ſelon une ligne paſſant par le centre de gravité, mais un peu en-deça ou en-delà: ce corps ſera forcé de tourner ſur ſon centre de gravité, ou ſur un point qui en ſera fort près, & l'effet de cette force, quant au mouvement de rotation, ſera en rapport de la diſtance de la direction de cette force au centre de gravité. Ceci n'exige point de démonſtration, étant une des loix la plus connue de la méchanique.

Un Vaiſſeau ſillant avec le vent de côté, ſi la réſultante de la force du vent dans les voiles paſſe par une verticale dans laquelle ſe trouve le centre de gravité du Bâtiment, alors l'eau fait le même effet ſur la carene, que la force dont nous venons de parler ſur le corps que nous avons ſuppoſé : car ſi la réſultante de la réſiſtance de l'eau paſſe d'un coté ou de l'autre du centre de gravité du Navire, il ne peut manquer d'en devenir ardent ou lâche : *ardent*, ſi cette réſultante paſſe du côté du lof ; *lâche*, ſi elle paſſe de l'arriere du centre de gravité.

On peut prévenir ce mouvement de rotation de l'un ou de l'autre côté, en faiſant paſſer la réſultante de la force du vent dans les voiles, dans la verticale par laquelle paſſeroit auſſi la réſultante de la réſiſtance de l'eau. Les voiles devroient toujours être diſpoſées pour cet effet ; mais comme le tranſport du centre de gravité des voiles, vers l'une des extrémités, doit être renfermé dans de certaines bornes déterminées par d'autres raiſons, la réſultante de la réſiſtance doit donc avoir auſſi ſes limites qu'elle ne peut outrepaſſer.

Comme cette propriété, entre toutes les qualités du Vaiſſeau, eſt de très-grande importance, il faut rechercher la réſultante de la réſiſtance de l'eau pour, en conſéquence, changer la forme de la carene, ſi cette réſultante ſe trouvoit ne pas paſſer dans ſon vrai lieu. Cette réſultante ne peut ſe trouver qu'au moyen de celles des efforts directs, latéraux & verticaux de ladite réſiſtance de l'eau ſur toute la partie du Vaiſſeau qui y eſt plongée ; mais il faut obſerver que, comme nous conſidérons ici le moment de rotation ſeulement dans un plan horiſontal, nous ne devons avoir égard qu'aux forces directes & latérales qui ſeules y ont part.

Tant que le Vaiſſeau va vent-arriere, les forces latérales, ſur chaque côté, ſont égales. Dans ce cas on ne doit y avoir nul égard. Mais quand le Vaiſſeau ſille avec vent de côté, les voiles ſont orientées obliquement, par rapport à la ligne du milieu ſelon la longueur du Navire, & le vent emploie une partie de ſa force à pouſſer le Bâtiment de côté, en même tems qu'il le pouſſe de l'avant. Le Vaiſſeau a une forme telle que la réſiſtance au mouvement de l'avant, eſt moindre que celle au mouvement de côté, & la direction de la route ne ſe trouve ni parallele à la ligne du

milieu, ni perpendiculaire à cette même ligne : le Bâtiment ne va pas où il présente, il va selon une ligne que l'on appelle *la dérive*.

L'effort latéral de la résistance de l'eau n'est donc plus égale des deux côtés, elle est plus forte du côté dessous le vent que de celui au vent; ainsi, si l'on soustrait l'une de l'autre, il restera la résistance latérale qui, de toute sa force, agit sur ledit côté dessous le vent. Si, connoissant le point par lequel doivent passer les résultantes des forces directes & latérales, tant par rapport à une des extrémités, que par rapport à la ligne du milieu, on forme un rectangle desdites forces, sa diagonale sera la direction moyenne horisontale de l'eau. C'est cette direction qui peut tendre à faire tourner le Vaisseau, dans l'un ou l'autre sens, autour de son centre de gravité, comme nous l'avons déja dit.

§ 38.

Maintenant que nous voyons ce qui rend les Vaisseaux plus ou moins ardens, comme, suivant le parágraphe 17, on peut se procurer l'effort, tant direct que latéral de la résistance, il sembleroit qu'il n'y auroit plus de difficultés pour avoir la direction moyenne de l'eau : mais le Bâtiment ayant vent de côté, doit non-seulement, par rapport à cette force, incliner sur le bord opposé, mais encore, comme il est dit dans le paragraphe précédent, avoir de la dérive : ainsi, pour avoir cette direction moyenne, il faut nécessairement, ou faire varier la construction des forces *, ou construire d'autres lignes sur le Vaisseau, qui le représentent dans sa nouvelle situation.

La façon de se procurer la direction moyenne par des lignes projettées sur le Vaisseau, dans sa nouvelle situation, étant la plus aisée & la plus claire, j'en donnerai ici un exemple, ainsi que des calculs qui menent à la solution définitive de la question.

* Il y a ici une théorie assez élégante sur le changement des forces, par rapport aux quantités variables de la dérive & de l'inclinaison : mais comme, quoique fort longue, il reste bien des choses à y ajouter, & qu'avec tout cela, elle ne mene qu'à des principes plus abstraits, à des procédés plus longs que ceux de construire des lignes sur le Vaisseau dans l'état d'inclinaison & le cas d'obliquité de route, je supprime cette théorie, & m'en tiens à la seconde méthode.

§ 39.

Trouver la direction moyenne de la résistance de l'eau sur la carene du Corsaire, fig. 47, 48 & 49, *sillant avec vent de côté.*

Pour se procurer cette direction moyenne, il faut projetter le Vaisseau comme il doit se représenter dans sa situation, incliné à un spectateur qui se trouveroit dans la direction de sa route *, ou dans sa ligne de dérive.

Quand un Vaisseau marche avec vent de côté, il s'incline du bord opposé au vent, & cette inclinaison est plus ou moins grande, suivant le plus ou le moins de force du vent. Il faut donc faire une supposition. Soit l'inclinaison de 7 degrés, & la dérive d'une demi-pointe, ou de 5 degrés 37 minutes & demie.

Pour en venir à représenter un Vaisseau dans une pareille inclinaison, & avec une telle obliquité de route, il faut tracer beaucoup de lignes de flottaison ** sur le plan vertical. Pour que la construction des forces & la mesure sur l'échelle puissent se faire avec plus d'exactitude, j'ai fait les figures 38 & 39 (dans cette situation d'inclinaison & d'obliquité) d'une grandeur double de celle du plan du Vaisseau d'après lequel elles sont construites. La figure 38 représente toute la partie de la carene de l'avant. *T* est le centre de gravité du Corsaire; *W* celui du déplacement, le Vaisseau droit.

Fig. 38 & 39.

La figure 39 représente toute la partie de la carene de l'arriere. Les coupes *aa*, *bb*, *cc*, &c. $\beta\beta$, $\zeta\zeta$, *yy*, &c., *figures* 38 & 39, ne sont pas perpendiculaires à la ligne du milieu ou à l'axe du Vaisseau, mais à la ligne de dérive *CC*, *figure* 40, & la distance entre ces coupes ou sections transversales, doit être une quantité telle qu'on puisse la diviser exactement par les nombres deux & trois, pour avoir l'aire & la position du centre de gravité des triangles.

Fig. 38, 39 & 40.

Sur les figures 38 & 39, on a tracé les lignes de flottaison II, III, IV, V & VI, en dessous de la flottaison supérieure I. La distance entr'elles doit aussi être un nombre multiple de deux & trois, pour

* Dans un éloignement infini, pour éviter les effets de la perspective.

** Il convient de faire d'abord le plan vertical, eu égard à la différence de tirant-d'eau, pour que les lignes d'eau soient, sur ce plan, des lignes droites.

éviter

éviter la quantité de chiffres dans le calcul de l'aire des triangles & du moment des forces sur chacun d'eux.

On divise tous les espaces *æapq*, *figure* 38, en deux triangles par la ligne *æp*; ensuite on trace sur toutes les coupes & lignes de flottaison, les perpendiculaires *æm*, *mn*, &c. qui sont nécessaires pour avoir les forces, & on marque les centres de gravité des triangles *æpq*, *æap*, comme on l'a fait dans la figure 20, suivant les paragraphes 18 & 20.

On trace en quelqu'endroit en dehors du plan, une ligne *BB* perpendiculaire aux lignes de flottaison; ce sera la distance des centres de gravité des triangles à cette ligne, que l'on mesurera.

On prend les distances *æm*, *mn* & *æn*, & on les transporte entre les deux lignes paralleles *HH*, *II*, *figure* 41; la distance entre elles est égale à la distance entre les coupes; & double de cette distance entre les coupes *aa*, *bb*, &c., *figure* 40. Les résistances directes *æK*, latérales *KL*, & verticales *MN*, proviennent d'une construction pareille à celle qui a donné ces forces pour la figure 20.

Fig. 38, 39, 40, 41 & 42.

Les N°s. 1, 2, 3, 4, &c. répondent aux N°s. 1, 2, 3, 4, &c. de la figure 38. La figure 41 appartient au côté dessous le vent; dans la figure 42 sont construites les forces du côté du vent.

L'aire des triangles, la quantité des forces & leur produit ou les effets de chacune de ces forces, la distance du centre de gravité des triangles à une certaine ligne, & le produit des effets par ces distances ou les momens, sont tous rassemblés dans l'ordre qui suit:

Calcul de la partie de l'avant du Vaisseau (*fig.* 38.)

Forces directes du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	8,87	1,82	16,14	16,75	270,34
2	13,14	2,43	31,93	19,28	615,61
3	9,37	1,68	15,74	22,24	350,05
4	11,12	1,73	19,23	25,58	491,90
5	8,35	1,10	9,18	27,64	253,73
6	7,03	1,15	8,08	30,59	247,16
7	6,42	0,74	4,75	31,79	150,00
8	4,33	0,66	2,85	33,90	96,61
9	4,50	0,51	2,29	34,60	79,23
10	3,21	0,45	1,44	36,09	51,96
11	3,20	0,35	1,12	36,58	40,96
12	2,23	0,26	0,58	37,62	21,81
13	2,35	0,24	0,56	38,02	21,29
14	1,80	0,19	0,34	38,81	13,19
15	1,76	0,17	0,30	39,09	11,72
16	1,58	0,15	0,24	39,75	9,54
17	1,49	0,13	0,19	40,00	7,60
18	1,33	0,11	0,14	40,57	5,67
19	1,33	0,09	0,12	40,72	4,88
20	1,22	0,08	0,09	41,30	3,71
21	1,20	0,07	0,08	41,43	3,31
22	1,09	0,07	0,07	41,94	2,93
23	0,99	0,06	0,06	42,07	2,52
24	1,06	0,06	0,06	42,54	2,55
25	0,88	0,05	0,04	42,62	1,70
26	0,99	0,05	0,05	43,10	2,15
27	0,68	0,04	0,03	43,09	1,29
28	0,93	0,04	0,04	43,57	1,74
29	0,61	0,03	0,02	43,50	0,87
30	0,81	0,03	0,02	44,04	0,88
31	0,43	0,03	0,01	43,88	0,43
32	0,70	0,02	0,01	44,44	0.44
		Effets. . . .	115,80	mom.	2767,77

Entre les plans de flottaison II & III.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	2,80	1,24	3,47	15,65	54,30
2	8,87	1,64	14,54	17,02	247,47
3	6,30	1,19	7,49	18,61	139,38
4	9,37	1,40	13,11	21,29	279,11
5	6,53	0,82	5,35	22,75	121,71
6	8,35	0,93	7,76	25,83	200,44
7	6,91	0,69	4,76	26,80	127,56
8	6,43	0,73	4,69	29,96	140,51
9	6,31	0,52	3,28	30,57	100,26
10	4,50	0,53	2,38	33,19	78,99
11	4,80	0,39	1,87	33,55	62,73
12	3,20	0,38	1,21	35,44	42,88
13	3,58	0,30	1,07	35,65	38,14
14	2,36	0,26	0,61	37,16	22,66
15	2,50	0,20	0,50	37,24	18,62
16	1,76	0,19	0,33	38,39	12,66
17	2,05	0,15	0,30	38,37	11,51
18	1,49	0,12	0,18	39,33	7,07
19	1,67	0,11	0,18	39,30	7,07
20	1,33	0,10	0,13	40,15	5,21
21	1,26	0,08	0,10	40,10	4,01
22	1,21	0,09	0,10	40,85	4,08
23	0,93	0,06	0,05	40,77	2,03
24	0,99	0,06	0,05	41,49	2,07
25	0,70	0,04	0,02	41,29	0,82
26	0,88	0,05	0,04	41,98	1,67
27	0,63	0,04	0,02	41,71	0,83
28	0,68	0,05	0,03	42,39	1,27
		Effets. . . .	73,62	mom.	1735,06

Forces directes du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison III & IV.						Entre les plans de flottaison IV & V.					
N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.	N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	0,43	0,40	0,17	15,01	2,55	3	1,17	0,30	0,35	15,26	5,34
2	2,34	1,03	2,41	15,55	37,47	4	2,71	0,53	1,43	16,10	23,02
3	3,39	0,64	2,17	16,36	35,50	5	1,80	0,30	0,54	16,82	9,08
4	5,25	0,89	4,67	17,95	83,82	6	2,94	0,42	1,23	18,18	22,36
5	3,67	0,56	2,05	19,08	39,11	7	1,92	0,24	0,46	18,67	8,58
6	5,44	0,68	3,70	21,20	78,44	8	3,20	0,31	0,99	20,40	20,19
7	4,00	0,44	1,76	21,98	38,68	9	2,13	0,20	0,42	20,70	8,69
8	5,76	0,56	3,22	24,59	79,17	10	3,63	0,29	1,06	22,89	24,26
9	4,54	0,37	1,68	25,22	42,37	11	2,30	0,16	0,36	22,94	8,25
10	5,26	0,48	2,52	28,19	71,03	12	3,75	0,25	0,94	25,67	24,12
11	4,69	0,32	1,50	28,51	32,76	13	2,55	0,13	0,33	25,48	8,40
12	4,00	0,38	1,52	31,36	47,66	14	3,26	0,19	0,62	28,57	17,71
13	4,08	0,27	1,10	31,46	34,60	15	2,77	0,13	0,36	28,09	10,11
14	2,98	0,27	0,80	33,80	27,04	16	2,52	0,19	0,48	31,11	14,93
15	3,15	0,20	0,63	33,74	21,25	17	2,59	0,09	0,23	30,36	6,98
16	2,08	0,20	0,41	35,59	14,59	18	1,95	0,12	0,23	33,05	7,60
17	2,44	0,14	0,34	35,39	12,03	19	2,25	0,08	0,18	32,29	5,81
18	1,71	0,13	0,22	36,95	8,12	20	1,56	0,10	0,15	34,59	5,18
19	1,95	0,12	0,23	36,69	8,43	21	1,51	0,06	0,09	33,77	3,03
20	1,39	0,11	0,15	38,09	5,71	22	1,00	0,07	0,07	35,67	2,49
21	1,26	0,09	0,11	37,78	4,15	23	0,88	0,04	0,03	34,65	1,03
22	1,05	0,09	0,09	38,97	3,50	24	0,66	0,05	0,03	36,42	1,09
23	0,82	0,04	0,03	38,54	1,15						
24	0,78	0,05	0,03	39,58	1,18						
25	0,51	0,03	0,01	39,02	0,39	Effets. . . .			10,58	mom.	238,25
26	0,58	0,04	0,02	40,04	0,80						
Effets. . . .			31,54	mom.	731,50						

Forces directes du côté dessous le vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison V & VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
4	0,88	0,29	0,25	15,22	3,80
5	0,82	0,15	0,12	15,58	1,86
6	1,35	0,21	0,28	16,36	4,58
7	0,79	0,09	0,07	16,70	1,16
8	1,44	0,17	0,24	17,76	4,26
9	0,80	0,08	0,06	17,79	1,06
10	1,60	0,13	0,21	19,05	4,00
11	0,90	0,08	0,07	18,98	1,32
12	1,73	0,10	0,17	20,59	3,50
13	0,83	0,05	0,04	20,29	0,81
14	1,92	0,07	0,13	22,21	2,88
15	0,85	0,03	0,02	21,57	0,43
16	2,08	0,06	0,12	24,00	2,88
17	0,99	0,03	0,03	22,96	0,66
18	1,94	0,04	0,07	26,00	1,82
19	0,98	0,02	0,01	24,63	0,24
20	1,69	0,03	0,05	27,94	1,39
21	0,79	0,02	0,01	26,14	0,26
22	1,13	0,02	0,02	29,49	0,58
23	0,65	0,02	0,01	27,42	0,27
24	0,66	0,02	0,01	30,48	0,30
	Effets.		1,99	mom.	38,06
En dessous du plan de flottaison VI.					
6	0,39	0,14	0,05	15,46	0,77
7	0,27	0,09	0,02	15,89	0,31
8	0,40	0,11	0,04	16,33	0,65
9	0,29	0,09	0,02	16,64	0,33
10	0,43	0,09	0,03	17,10	0,51
11	0,31	0,07	0,02	17,27	0,34
12	0,52	0,07	0,03	17,82	0,53
13	0,33	0,05	0,01	17,93	0,17
14	0,51	0,05	0,02	18,75	0,37
15	0,35	0,04	0,01	18,58	0,18
16	0,55	0,04	0,02	19,48	0,38
17	0,37	0,04	0,01	19,20	0,19
18	0,67	0,04	0,02	20,36	0,40
19	0,38	0,04	0,01	19,80	0,19
Porté ci-cont.	effets.		0,31	mom.	5,32

En dessous du plan de flottaison VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
de ci-	contr.	effets.	0,31	mom.	5,32
20	0,69	0,03	0,02	21,27	0,42
21	0,41	0,04	0,01	20,43	0,20
22	0,45	0,03	0,01	21,72	0,21
23	0,44	0,04	0,01	21,05	0,21
24	0,46	0,03	0,01	22,33	0,22
25	0,46	0,04	0,01	21,64	0,21
26	0,36	0,03	0,01	22,98	0,22
27	0,48	0,04	0,01	22,29	0,22
28	0,38	0,03	0,01	23,59	0,23
29	0,48	0,04	0,01	22,86	0,22
30	0,38	0,03	0,01	24,17	0,24
31	0,47	0,04	0,01	23,47	0,23
32	0,37	0,03	0,01	24,67	0,24
33	0,47	0,04	0,01	24,06	0,24
34	0,37	0,03	0,01	25,13	0,25
35	0,48	0,04	0,02	24,58	0,49
36	0,36	0,03	0,01	25,56	0,25
37	0,48	0,04	0,02	25,17	0,50
38	0,36	0,03	0,01	25,95	0,25
39	0,49	0,05	0,02	25,68	0,51
40	0,40	0,04	0,01	26,39	0,26
41	0,50	0,05	0,02	26,26	0,52
42	0,41	0,04	0,01	26,82	0,26
43	0,53	0,05	0,02	26,79	0,53
44	0,45	0,04	0,01	27,29	0,27
45	0,56	0,05	0,02	27,35	0,54
46	0,43	0,04	0,01	27,72	0,27
47	0,59	0,05	0,02	27,88	0,55
48	0,47	0,04	0,01	28,15	0,28
49	0,62	0,05	0,03	28,45	0,85
50	0,56	0,04	0,02	28,62	0,57
51	0,50	0,01	0,00	28,91	0,00
quill.	26,16	0,07	1,83	21,50	39,34
étam	0,83	0,07	0,05	29,25	1,46
gouv	2,00	0,07	0,14	29,43	4,12
étrav	9,80	0,14	1,37	14,75	20,20
taille-mer.	7,50	6,00	45,00	14,26	641,70
	Effets. . . .		49,12	mom.	722,60

Forces directes du côté du vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne BB.	Momens.
1	3,78	1,07	4,04	13,64	55,10
2	6,98	1,57	10,95	12,40	135,78
3	4,30	0,72	3,09	10,84	33,49
4	5,92	1,02	6,03	9,23	55,65
5	3,72	0,45	1,67	8,28	13,82
6	4,53	0,59	2,67	6,59	17,59
7	3,29	0,34	1,11	6,14	6,81
8	3,33	0,35	1,16	4,48	5,19
9	2,70	0,25	0,67	4,35	3,01
10	2,28	0,22	0,50	2,89	1,44
11	2,07	0,14	0,08	3,00	0,24
12	1,33	0,10	0,13	1,86	0,24
13	1,26	0,07	0,08	2,06	0,16
14	0,61	0,04	0,02	1,22	0,02
15	0,54	0,03	0,01	1,60	0,01
	Effets. . . .		32,21	mom.	328,55

Entre les plans de flottaison II. & III.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne BB.	Momens.
1	1,26	0,37	0,46	13,88	6,38
2	3,78	0,89	3,35	13,28	44,48
3	2,62	0,34	0,89	12,46	11,08
4	4,30	0,61	2,62	11,30	29,60
5	2,61	0,29	0,75	10,69	8,01
6	3,72	0,41	1,52	9,33	14,18
7	2,43	0,23	0,55	9,08	4,99
8	3,29	0,32	1,05	7,53	7,90
9	2,25	0,19	0,42	7,57	3,17
10	2,70	0,26	0,70	6,00	4,20
11	2,07	0,14	0,29	6,29	1,92
12	2,07	0,16	0,33	4,68	1,54
13	1,49	0,08	0,11	5,16	0,56
14	1,26	0,08	0,10	3,71	0,37
15	1,06	0,05	0,05	4,38	0,21
16	0,54	0,04	0,02	3,17	0,06
17	0,61	0,03	0,01	3,90	0,03
	Effets. . . .		13,22	mom.	138,68

Entre les plans de flottaison III & IV.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne BB.	Momens.
2	1,05	0,37	0,38	13,75	5,22
3	1,08	0,13	0,14	13,48	1,88
4	2,19	0,30	0,65	12,78	8,30
5	1,06	0,10	0,10	12,48	1,24
6	2,17	0,23	0,50	11,59	5,79
7	1,02	0,07	0,07	11,54	0,80
8	2,02	0,18	0,36	10,40	3,74
9	0,94	0,06	0,05	10,65	0,53
10	1,87	0,14	0,26	9,32	2,42
11	0,85	0,05	0,04	9,82	0,39
12	1,72	0,12	0,20	8,26	1,67
13	0,76	0,04	0,03	9,00	0,27
14	1,34	0,08	0,10	7,42	0,74
15	0,61	0,03	0,01	8,38	0,08
16	0,88	0,05	0,04	6,77	0,27
17	0,39	0,02	0,01	7,91	0,07
18	0,51	0,03	0,01	6,31	0,06
	Effets.		2,95	mom.	33,47

Entre les lignes de flottaison IV & V.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne BB.	Momens.
4	0,86	0,08	0,06	13,60	0,81
6	0,85	0,08	0,06	13,11	0,78
8	0,81	0,07	0,05	12,57	0,62
10	0,75	0,06	0,04	12,15	0,48
12	0,68	0,05	0,03	11,76	0,35
14	0,61	0,04	0,02	11,40	0,22
16	0,49	0,03	0,01	11,14	0,11
18	0,31	0,02			
	Effets. . . .		0,27	mom.	3,37

Somme des forces directes & des momens par rapport à la ligne BB.

Effets.	Momens.
115, 80	2767, 77
73, 62	1735, 06
31, 54	731, 50
10, 58	238, 25
1, 99	38, 06
49, 12	722, 60
32, 21	328, 55
13, 22	138, 68
2, 95	33, 47
0, 27	3, 37
331, 30	6737, 31

Forces latérales du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottais.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	3	9,37	1,84	17,24	4	11,12	1,69	18,78	5	8,35	1,43	11,94
II & III.	3	6,30	1,91	12,03	4	9,37	1,54	14,43	5	6,53	1,36	8,88
III & IV.	3	3,39	1,68	5,69	4	5,25	1,51	7,92	5	3,67	1,33	4,88
IV & V.	3	1,17	1,18		4	2,71	1,37	3,71	5	1,80	1,07	1,92
V & VI.	3				4				5	0,82	0,78	0,64
Effets. . . .				34,96				44,84				28,26
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				8				10				14
Momens. .				279,68				448,40				395,64

Entre-deux des plans de flottais.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	6	7,03	1,65	11,59	7	6,42	1,20	7,70	8	4,33	1,55	6,71
II & III.	6	8,35	1,20	10,02	7	6,91	1,05	7,25	8	6,43	1,20	7,71
III & IV.	6	5,44	1,15	6,25	7	4,00	0,96	3,84	8	5,76	0,90	5,18
IV & V.	6	2,94	1,02	3,00	7	1,92	0,76	1,46	8	3,20	0,73	2,33
V & VI.	6	1,35	0,84	1,13	7	0,79	0,59	0,46	8	1,44	0,59	0,85
Effets. . . .				31,99				20,71				22,78
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				16				20				22
Momens. .				511,84				414,20				501,16

Forces latérales du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets
Entre I & II.	9	4,50	1,24	5,58	10	3,21	1,35	4,33	11	3,20	1,17	3,74
II & III.	9	6,31	0,90	5,68	10	4,50	1,23	5,53	11	4,80	0,91	4,36
III & IV.	9	4,54	0,74	3,36	10	5,26	0,77	4,05	11	4,69	0,59	2,76
IV & V.	9	2,13	0,59	1,15	10	3,63	0,58	2,10	11	2,30	0,39	0,89
V & VI.	9	0,80	0,43	0,34	10	1,60	0,42	0,67	11	0,90	0,33	0,29
Effets. . . .				16,11				16,68				12,04
Dist. du cent de grav. à la lig. *AA.*				26				28				32
Momens.				418,86				467,04				385,28
Entre I & II.	12	1,23	1,04	2,32	13	2,35	1,02	2,39	14	1,80	0,89	1,60
II & III.	12	3,20	1,10	3,52	13	3,58	0,87	3,11	14	2,36	0,94	2,21
III & IV.	12	4,00	0,81	3,24	13	4,08	0,51	2,08	14	2,98	0,75	2,23
IV & V.	12	3,75	0,47	1,76	13	2,55	0,31	0,79	14	3,26	0,40	1,30
V & VI.	12	1,73	0,29	0,50	13	0,83	0,22	0,18	14	1,92	0,23	0,44
Effets. . . .				11,34				8,55				7,78
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA.*				34				38				40
Momens. .				385,56				324,90				311,20
Entre I & II.	15	1,76	0,83	1,46	16	1,58	0,80	1,26	17	1,49	0,72	1,04
II & III.	15	2,50	0,76	1,90	16	1,76	0,78	1,37	17	2,05	0,69	1,41
III & IV.	15	3,15	0,55	1,73	16	2,08	0,63	1,31	17	2,44	0,53	1,29
IV & V.	15	2,77	0,25	0,69	16	2,52	0,40	1,00	17	2,59	0,22	0,56
V & VI.	15	0,85	0,15	0,12	16	2,08	0,17	0,35	17	0,99	0,13	0,12
Effets.				5,90				5,29				4,42
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA.*				44				46				50
Momens. .				259,60				243,34				221,00
Entre I & II.	18	1,33	0,71	0,94	19	1,33	0,69	0,91	20	1,22	0,65	0,79
II & III.	18	1,49	0,66	0,98	19	1,67	0,64	1,06	20	1,33	0,60	0,79
III & IV.	18	1,71	0,59	0,98	19	1,95	0,47	0,91	20	1,39	0,58	0,80
IV & V.	18	1,95	0,35	0,68	19	2,25	0,22	0,49	20	1,56	0,36	0,56
V & VI.	18	1,94	0,15	0,29	19	0,98	0,09	0,08	20	1,69	0,13	0,22
Effets. . . .				3,87				3,45				3,16
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA.*				52				56				58
Momens.				201,24				193,20				183,28

Forces latérales du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de floitais.	N°.	Aires des triang	For-ces later.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang.	For-ces latér.	Effets
Entre I & II.	21	1,20	0,65	0,78	22	1,09	0,60	0,65	23	0,99	0,53	0,52
II & III.	21	1,26	0,54	0,68	22	1,21	0,57	0,69	23	0,93	0,39	0,36
III & IV.	21	1,26	0,35	0,44	22	1,05	0,43	0,45	23	0,82	0,26	0,21
IV & V.	21	1,51	0,17	0,25	22	1,00	0,27	0,27	23	0,88	0,11	0,09
V & VI.	21	0,79	0,07	0,05	22	1,23	0,10	0,11	23	0,55	0,06	0,03
Effets. . . .				2,20				2,17				1,21
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				62				64				68
Momens.				136,40				138,88				82,28
Entre I & II.	24	1,06	0,58	0,61	25	0,88	0,46	0,40	26	0,99	0,53	0,52
II & III.	24	0,99	0,46	0,45	25	0,70	0,36	0,25	26	0,88	0,45	0,39
III & IV.	24	0,78	0,35	0,27	25	0,51	0,16	0,08	26	0,58	0,25	0,14
IV & V.	24	0,66	0,19	0,12	25	0,18	0,02	0,01	26	0,38	0,15	0,05
V & VI.	24	0,66	0,07	0,04	25							
Effets. . . .				1,49				0,74				1,10
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				70				74				76
Momens.				104,30				54,76				83,60
Entre I & II.	27	0,68	0,37	0,25	28	0,93	0,47	0,43	29	0,61	0,31	0,19
II & III.	27	0,63	0,30	0,18	28	0,68	0,39	0,26	29	0,27	0,10	0,02
III & IV.	27	0,16	0,03	0,01	28	0,51	0,24	0,12				
Effets. . . .				0,44				0,81				0,21
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				80				82				86
Momens.				35,20				66,42				18,06
Entre I & II.	30	0,81	0,40	0,32	31	0,43	0,19	0,08	32	0,70	0,36	0,25
II & III.	30	0,61	0,30	0,18	31	0,08	0,01	0,00	32	0,37	0,16	0,05
Effets. . . .				0,50				0,08				0,30
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				88				92				94
Momens. .				44,00				7,36				28,20
Entre I & II.	33	0,28	0,10	0,02	34	0,61	0,30	0,18				
Effets. . . .				0,02				0,18				
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				98				100				
Momens. . .				1,96				18,00				

forces

Forces latérales du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne AA, *au-dessous du sixieme plan de flottaison.*

N°.	Aires des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Distanc. à la ligne *AA*.	Momens.
7	0,27	0,49	0,13	20	2,60
9	0,29	0,45	0,13	26	3,38
11	0,31	0,38	0,11	32	3,54
13	0,33	0,31	0,10	38	3,80
15	0,35	0,25	0,08	44	3,52
17	0,37	0,26	0,09	50	4,50
19	0,38	0,22	0,08	56	4,48
21	0,41	0,22	0,09	63	5,67
23	0,44	0,27	0,11	69	7,59
25	0,46	0,25	0,11	75	8,25
27	0,48	0,26	0,12	81	9,72
29	0,48	0,27	0,12	87	10,44
31	0,47	0,28	0,13	93	12,09
33	0,47	0,30	0,14	99	13,86
35	0,48	0,34	0,16	105	16,80
37	0,48	0,36	0,17	111	18,87
39	0,49	0,44	0,21	117	24,57
41	0,50	0,42	0,21	123	25,83
43	0,53	0,52	0,27	129	34,83
45	0,56	0,49	0,27	135	36,45
47	0,59	0,54	0,31	141	43,71
49	0,62	0,59	0,36	147	52,92
51	0,50	0,09	0,04	151, 4	6,05
quill.	26,16	0,59	15,43	82	1265,26
étam	0,83	0,59	0,49	154, 4	75,65
gouv	2,00	0,59	1,18	157, 8	186,20
étrav	9,80	1,00	9,80	1,76	17,24
		Effets.	30,44	mom.	1897,82

N°.	Aire des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Distanc. à la ligne *AA*.	Momens.
6	0,39	0,74	0,28	16	4,48
8	0,40	0,54	0,21	22	4,62
10	0,43	0,41	0,17	28	4,76
12	0,52	0,33	0,17	34	5,78
14	0,51	0,22	0,11	40	4,40
16	0,55	0,20	0,11	46	5,06
18	0,67	0,17	0,11	52	5,72
20	0,69	0,15	0,10	58	5,80
22	0,45	0,14	0,06	63	3,78
24	0,46	0,17	0,07	69	4,83
26	0,36	0,18	0,06	75	4,50
28	0,38	0,17	0,06	81	4,86
30	0,38	0,16	0,06	87	5,22
32	0,37	0,21	0,07	93	6,51
34	0,37	0,23	0,08	99	7,92
36	0,36	0,25	0,09	105	9,45
38	0,36	0,28	0,10	111	11,10
40	0,40	0,32	0,12	117	14,04
42	0,41	0,34	0,13	123	15,99
44	0,45	0,38	0,17	129	21,93
46	0,43	0,41	0,17	135	22,95
48	0,47	0,44	0,20	141	28,20
50	0,56	0,52	0,29	147	42,63
58	0,09	0,09	0,01	93	0,93
60	0,09	0,10	0,01	99	0,99
62	0,10	0,11	0,01	105	1,05
64	0,13	0,12	0,01	111	1,11
66	0,15	0,18	0,02	117	2,34
68	0,17	0,20	0,03	123	3,69
70	0,20	0,27	0,05	129	6,45
72	0,24	0,30	0,07	135	9,45
74	0,25	0,33	0,08	141	11,28
76	0,32	0,43	0,13	147	19,11
	Effets. . . .		3,41	mom.	300,93

Entre la ligne *AA* & la coupe (*a*) du côté ſous le vent.

Entre-deux des plans de flottaiſon.	N°.	*Aires des triangl.*	*Forces latéra-les.*	*Effets.*	*Diſt. à la lig* AA.	*Momens.*
1re. & 2e.	1	8,87	2,76	24,48	2,00	48,96
	2	13,14	2,00	26,28	4,00	105,12
2e. & 3e.	1	2,80	2,37	6,63	2,75	18,23
	2	8,87	2,03	18,00	4,35	78,30
3e. & 4e.	1	0,43	1,46	0,62	3,88	2,40
	2	2,34	2,04	4,77	4,95	23,61
4e. & 5e.	3	1,17	1,18	1,38	7,35	10,14
5e. & 6e.	4	0,88	1,16	1,02	9,64	9,83
Effets.				83,18	mom.	296,59

Somme des forces latérales du côté ſous le vent.

Effets.	Momens.
34,96	279,68
44,84	448,40
28,26	395,64
31,99	511,84
20,71	414,20
22,78	501,16
16,12	419,12
16,68	467,04
12,04	385,28
11,34	385,56
8,55	324,90
7,78	311,20
5,90	259,60
5,29	243,34
4,42	221,00
3,87	201,24
3,45	193,20
3,16	183,28
2,20	136,40
2,17	138,88
1,21	82,28
1,49	104,30
0,74	54,76
1,10	83,60
0,44	35,20
0,81	66,42
0,21	18,06
0,50	44,00
0,08	7,36
0,30	28,20
0,02	1,96
0,18	18,00
30,44	1897,82
3,41	300,93
83,18	296,59
Eff. 410,62	mom. 9460,44

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaif.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	3	4,30	1,76	7,56	4	5,92	1,86	11,01	5	3,72	1,31	4,87
II & III.	3	2,61	1,25	3,27	4	4,30	1,54	6,62	5	2,61	1,06	2,76
III & IV.	3	1,08	0,73	0,78	4	2,19	1,14	2,49	5	1,06	0,58	0,61
IV & V.	3				4	0,86	0,60	0,51	5			
Effets. . . .				11,61				20,63				8,24
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				8				10				14
Momens. .				92,88				206,30				115,36
Entre I & II.	6	4,53	1,37	6,20	7	3,29	1,05	3,45	8	3,33	1,12	3,72
II & III.	6	3.72	1,23	4,57	7	2,43	0,80	1,94	8	3,29	0,95	3,12
III & IV.	6	2,17	0,91	1,97	7	1,02	0,47	0,48	8	2,02	0,71	1,43
IV & V.	6	0,85	0,54	0,46	7				8	0,81	0,42	0,34
Effets. . . .				13,20				5,87				8,61
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*				16				20				22
Momens. .				211,20				117,40				189 42
Entre I & II.	9	2,70	0,85	2,29	10	2,28	0,83	1,89	11	2,07	0,66	1,36
II & III.	9	2,25	0,66	1,48	10	2,70	0,79	2,13	11	2,07	0,56	1,15
III & IV.	9	0,94	0,37	0,34	10	1,87	0,57	1,06	11	0,85	0,27	0,23
IV & V.	9				10	0,75	0,28	0,21	11			
Effets. . . .				4,11				5,29				2,74
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				26				28				32
Momens. .				106,86				148,12				87,68
Entre I & II.	12	1,33	0,58	0,77	13	1,26	0,43	0,54	14	0,61	0,28	0,17
II & III.	12	2,07	0,59	1,22	13	1,49	0,39	0,58	14	1,26	0,42	0,14
III & IV.	12	1,72	0,45	0,77	13	0,76	0,19	0,14	14	1,34	0,35	0,46
IV & V.	12	0,68	0,22	0,14	13				14	0,61	0,20	0,12
Effets. . . .				2,90				1,26				0,89
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				34				38				40
Effets. . .				98,60				47,88				35,60
Entre I & II	15	0,54	0,19	0,10	16				17			
II & III.	15	1,06	0,30	0,31	16	0,54	0,17	0,09	17	0,61	0,18	0,10
III & IV.	15	0,61	0,17	0,10	16	0,88	0,25	0,22	17	0,39	0,10	0,03
IV & V.	15				16	0,49	0,14	0,06	17			
Effets. . . .				0,51				0,37				0,13
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				44				46				50
Momens. . .				22,44				17,02				6,50
Entre I & II.	18											
II & III.	18											
III & IV.	18	0,51	0,15	0,07								
IV & V.	18	0,31	0.07	0,02								
Effets. . . .				0,09								
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				52								
Momens. . .				4,68								

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre la ligne *AA* & la coupe (*a*).

Entre-deux des plans de flottaison.	N°.	*Aires des triangles.*	*Forces latérales.*	*Effets.*	*Distances à la ligne* AA.	*Momens.*
1re. & 2e.	1	3,78	2,28	8,61	2,00	17,22
	2	6,98	3,36	16,47	4,00	65,88
2e. & 3e.	1	1,26	1,42	1,78	2,75	4,89
	2	3,78	1,97	7,44	4,35	32,36
3e. & 4e.	2	1,05	1,21	1,27	4,95	6,28
		Effets. . . .		35,57	mom.	126,63

Somme des forces latérales du côté du vent.

Effets.	Momens.
11,61	92,88
20,63	206,30
8,24	115,36
13,20	211,20
5,87	117,40
8,61	189,42
4,11	106,86
5,29	148,12
2,74	87,68
2,90	98,60
1,26	47,88
0,89	35,60
0,51	22,44
0,37	17,02
0,13	6,50
0,09	4,68
35,57	126,63
Du côté du vent. . . 122,02	1634,57
Du côté sous le vent. 410,62	9460,44
Restant des effets latéraux = 288,60	des mom. 7825,87

Calcul de la partie de l'arriere du Vaisseau (*fig.* 39).

Forces directes du côté du vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
20	0,72	0,01	0,01	1,30	0,01
21	0,72	0,02	0,01	2,17	0,02
22	0,90	0,04	0,04	1,65	0,07
23	0,95	0,05	0,05	2,68	0,13
24	1,08	0,06	0,06	2,16	0,13
25	1,30	0,07	0,09	3,36	0,30
26	1,26	0,07	0,09	2,80	0,25
27	1,48	0,10	0,15	4,08	0,61
28	1,35	0,10	0,13	3,51	0,46
29	1,62	0,11	0,18	4,90	0,88
30	1,48	0,12	0,18	4,30	0,77
31	2,16	0,19	0,41	5,90	2,42
32	1,73	0,18	0,31	5,20	1,61
33	2,30	0,22	0,51	7,11	3,63
34	1,98	0,22	0,44	6,25	2,75
35	2,70	0,25	0,67	8,35	5,59
36	2,03	0,21	0,43	7,40	3,18
37	3,06	0,29	0,89	9,90	8,81
38	2,66	0,29	0,77	8,80	6,78
39	3,60	0,36	1,30	11,70	15,21
40	2,81	0,35	0,98	10,35	10,14
41	4,01	0,42	1,68	13,68	22,98
42	3,38	0,42	1,42	12,15	17,25
43	4,57	0,47	2,15	15,93	34,25
44	3,64	0,44	1,60	14,26	22,82
45	5,17	0,56	2,89	18,67	53,96
46	4,32	0,52	2,25	16,53	37,19
47	5,45	0,70	3,81	21,68	82,60
48	5,89	0,69	4,06	19,36	78,60
49	5,94	1,16	6,89	25,20	173,63
50	7,04	0,94	6,62	22,80	150,94
51	4,55	0,95	4,32	29,11	125,75
52	11,11	2,00	22,22	27,30	606,61
	Effets. . . .		67,61	mom.	1470,33

Entre les plans de flottaison II & III.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
22	0,72	0,04	0,03	3,20	0,10
23	0,90	0,07	0,06	4,54	0,27
24	0,95	0,10	0,09	3,60	0,32
25	1,35	0,10	0,13	5,25	0,68
26	1,30	0,12	0,16	4,20	0,67
27	1,87	0,12	0,22	6,15	1,35
28	1,48	0,12	0,18	4,94	0,89
29	2,05	0,13	0,25	7,14	1,78
30	1,62	0,14	0,23	5,80	1,33
31	2,48	0,16	0,40	8,37	3,35
32	2,16	0,20	0,43	6,92	2,98
33	2,88	0,20	0,58	9,80	5,68
34	2,30	0,20	0,46	8,30	3,82
35	3,06	0,20	0,61	11,40	6,95
36	2,70	0,29	0,78	9,80	7,64
37	3,40	0,29	0,99	13,20	13,07
38	3,06	0,30	0,92	11,40	10,49
39	3,67	0,30	1,10	15,16	16,68
40	3,60	0,38	1,37	13,26	18,17
41	2,21	0,38	0,84	17,40	14,62
42	4,01	0,40	1,60	15,35	24,56
43	2,21	0,42	0,93	19,77	18,39
44	4,57	0,50	2,28	17,75	40,47
45	3,78	0,50	1,39	22,18	30,83
46	5,17	0,61	3,15	20,30	63,94
47	3,65	0,59	2,15	24,60	52,89
48	5,45	0,75	4,09	22,90	93,65
49	3,82	0,68	2,60	27,00	70,20
50	5,94	1,10	6,53	25,80	168,47
51	2,34	0,38	0,89	29,00	25,81
52	4,55	1,05	4,78	28,37	135,61
	Effets. . . .		40,22	mom.	835,67

Forces directes sur la partie de l'arriere du côté du vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison III & IV.						Entre les plans de flottaison IV & V.					
N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.	N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
23	0,55	0,01	0,01	8,00	0,08	26	1,00	0,02	0,02	11,70	0,23
24	0,75	0,03	0,02	6,53	0,13	27	0,96	0,02	0,02	14,52	0,29
25	1,25	0,03	0,04	8,80	0,35	28	1,32	0,04	0,05	12,60	0,63
26	1,12	0,06	0,07	7,15	0,50	29	1,12	0,04	0,04	15,60	0,62
27	1,65	0,07	0,11	9,85	1,08	30	1,43	0,06	0,09	13,70	1,23
28	1,53	0,08	0,12	8,08	0,97	31	1,30	0,05	0,06	16,80	1,01
29	1,78	0,07	0,12	11,00	1,32	32	1,70	0,08	0,14	14,90	2,09
30	1,71	0,10	0,17	9,20	1,56	33	1,28	0,10	0,13	18,00	2,34
31	2,13	0,12	0,26	12,30	3,20	34	1,74	0,10	0,17	16,22	2,76
32	2,07	0,17	0,35	10,30	3,60	35	1,27	0,10	0,13	19,25	2,50
33	2,17	0,17	0,37	13,96	5,16	36	1,84	0,12	0,22	17,62	3,88
34	2,40	0,20	0,48	11,95	5,74	37	1,28	0,11	0,14	20,50	2,87
35	2,29	0,18	0,41	15,45	6,33	38	1,92	0,18	0,35	19,00	6,65
36	2,55	0,20	0,51	13,60	6,94	39	1,20	0,14	0,17	21,70	3,69
37	2,40	0,20	0,48	17,20	8,26	40	1,85	0,19	0,35	20,50	7,17
38	2,83	0,20	0,57	15,30	8,72	41	1,32	0,15	0,20	22,90	4,58
39	2,31	0,20	0,46	19,00	8,74	42	1,85	0,20	0,37	21,90	8,10
40	3,06	0,29	0,89	17,16	15,27	43	1,32	0,20	0,26	24,10	6,27
41	2,31	0,30	0,69	20,80	14,41	44	1,84	0,28	0,51	23,30	11,83
42	1,85	0,35	0,65	19,17	12,46	45	1,26	0,19	0,24	25,35	6,08
43	2,29	0,34	0,78	22,60	17,63	46	1,75	0,28	0,49	24,64	12,07
44	1,85	0,38	0,70	21,20	14,84	47	1,20	0,19	0,23	26,50	6,09
45	2,19	0,34	0,74	24,33	18,00	48	1,66	0,30	0,50	25,95	12,97
46	3,15	0,44	1,39	23,10	32,11	49	1,24	0,18	0,22	27,60	6,07
47	2,07	0,34	0,70	25,90	18,13	50	1,66	0,29	0,48	27,25	13,08
48	3,04	0,45	1,37	25,10	34,39	51	0,67	0,28	0,19	28,43	5,40
49	2,07	0,34	0,70	27,50	19,25	52	0,96	0,41	0,39	28,30	11,04
50	3,18	0,62	1,97	26,85	52,89		Effets. . . .		6,16	mom.	141,59
51	1,20	0,22	0,26	28,80	7,49						
52	1,95	0,50	0,97	28,50	27,64						
	Effets. . . .		16,38	mom.	347,19						

Forces directes sur la partie de l'arriere du côté du vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison V & VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
28	0,72	0,01	0,01	17,20	0,17
29	0,56	0,02	0,01	19,24	0,19
30	0,84	0,03	0,02	17,90	0,36
31	0,56	0,03	0,02	20,10	0,40
32	0,97	0,05	0,05	28,90	1,44
33	0,56	0,06	0,03	20,80	0,62
34	0,96	0,07	0,07	19,90	1,39
35	0,56	0,06	0,03	21,60	0,65
36	0,95	0,05	0,05	20,75	1,04
37	0,56	0,06	0,03	22,40	0,67
38	0,96	0,10	0,10	21,60	2,16
39	0,67	0,10	0,07	23,20	1,62
40	0,90	0,08	0,07	22,50	1,57
41	0,67	0,07	0,05	24,10	1,20
42	0,99	0,12	0,12	23,50	2,82
43	0,67	0,09	0,06	25,00	1,50
44	0,99	0,17	0,17	24,40	4,15
45	0,67	0,08	0,05	25,80	1,29
46	0,94	0,17	0,16	25,40	4,06
47	0,67	0,10	0,07	26,70	1,87
48	0,90	0,19	0,17	26,40	4,49
49	0,67	0,10	0,07	27,60	1,93
50	0,93	0,18	0,17	27,30	4,64
51	0,45	0,29	0,13	28,25	3,67
52	0,50	0,31	0,15	28,10	4,21
Effets. . . .			1,93	mom.	48,11

En dessous du VI plan de flottaison.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
8	0,28	0,06	0,02	14,70	0,29
10	0,48	0,06	0,03	15,10	0,45
11	0,49	0,06	0,03	15,60	0,47
14	0,54	0,03	0,02	16,20	0,32
16	0,63	0,02	0,01	16,70	0,17
18	0,67	0,02	0,01	17,30	0,17
20	0,72	0,02	0,01	17,80	0,18
22	0,76	0,02	0,01	18,40	0,18
24	0,76	0,02	0,01	19,00	0,19
26	0,81	0,02	0,02	19,50	0,39
28	0,95	0,03	0,03	20,10	0,60
30	0,95	0,03	0,03	20,80	0,62
32	0,95	0,03	0,03	21,40	0,64
34	0,95	0,03	0,03	22,00	0,66
36	0,95	0,04	0,04	22,60	0,90
38	0,95	0,04	0,04	23,30	0,93
40	1,29	0,05	0,06	24,00	1,44
42	1,36	0,08	0,11	24,60	2,71
44	1,36	0,10	0,14	25,30	3,54
46	1,43	0,10	0,14	26,00	3,64
48	1,43	0,10	0,14	26,70	3,74
50	1,50	0,10	0,15	27,40	4,11
52	1,03	0,10	0,10	28,00	2,88
Effets. . .			1,21	mom.	29,22
quill.	20,85	0,07	1,46	21,30	31,10
étambot & gouv.	10,00	0,10	1,00	29,40	29,40
étrav	3,85	0,04	0,15	14,00	2,15
Effets. . .			2,61	mom.	62.65

Forces directes sur la partie de l'arriere du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
39	1,01	0,02	0,02	44,40	0,89
41	1,84	0,07	0,13	43,70	5,68
42	0,40	0,01	0,00	45,00	
43	2,63	0,10	0,26	42,80	11,13
44	0,65	0,02	0,01	44,44	0,44
45	4,23	0,23	0,97	41,20	39,96
46	1,53	0,08	0,12	43,50	5,22
47	5,47	0,35	1,91	38,70	73,92
48	3,24	0,20	0,65	41,70	27,10
49	5,04	0,59	2,97	35,00	103,95
50	7,65	0,48	3,67	38,70	142,03
51	2,25	0,42	0,94	31,80	29,89
52	11,88	0,34	15,92	33,80	538,10
	Effets. . . .		27,57	mom.	978,31

Entre les plans de flottaison II. & III.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
35	1,03	1,01	0,01	42,00	0,42
37	1,60	0,03	0,05	41,50	2,07
39	2,47	0,08	0,20	40,50	8,10
40	1,01	0,03	0,03	42,20	1,27
41	3,27	0,14	0,46	39,00	17,94
42	1,84	0,08	0,15	41,30	6,19
43	3,27	0,12	0,39	37,20	14,51
44	2,63	0,12	0,32	39,80	12,74
45	2,90	0,22	0,64	35,20	22,53
46	4,23	0,26	1,10	37,80	41,58
47	2,28	0,22	0,50	33,20	16,60
48	5,47	0,40	2,19	35,40	77,53
49	1,89	0,12	0,23	31,60	7,27
50	5,04	0,48	2,42	33,00	79,86
52	2,25	0,50	1,13	31,40	35,48
	Effets. . . .		9,82	mom.	344,09

Entre les plans de flottaison III & IV.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
31	0,71	0,01	0,01	39,30	0,39
33	1,29	0,02	0,03	38,80	1,16
35	1,86	0,04	0,07	37,80	2,65
36	0,85	0,02	0,02	39,70	0,79
37	1,89	0,05	0,09	36,50	3,28
38	1,33	0,05	0,07	38,70	2,71
39	1,72	0,05	0,09	35,20	3,17
40	2,05	0,10	0,20	37,40	7,48
41	1,39	0,06	0,08	33,80	2,70
42	2,75	0,18	0,49	36,00	17,64
43	1,25	0,07	0,09	32,50	2,92
44	2,72	0,20	0,54	34,40	18,58
45	0,90	0,04	0,04	31,40	1,26
46	2,41	0,18	0,43	32,80	14,10
47	0,57	0,02	0,01	30,70	0,31
48	1,90	0,14	0,27	31,70	8,56
50	1,57	0,12	0,19	30,80	5,85
	Effets.		2,72	mom.	93,55

Entre les plans de flottaison IV & V.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
31	1,06	0,01	0,01	34,40	0,34
32	0,56	0,01	0,01	36,30	0,36
33	1,06	0,01	0,01	33,10	0,33
34	1,03	0,02	0,02	35,40	0,71
35	0,72	0,01	0,01	31,90	0,32
36	1,49	0,03	0,04	34,30	1,37
38	1,79	0,03	0,05	32,40	1,62
40	1,52	0,02	0,03	31,90	0,96
42	1,14	0,02	0,02	31,30	0,63
44	0,77	0,02	0,01	30,80	0,31
46	0,38	0,02	0,01	30,50	0,30
	Effets. . . .		0,22	mom.	7,25
[illegible]	10,00	5,80	58,00	30,15	174,70

Forces

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaif.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	20	0,72	0,37	0,27	21	0,72	0,36	0,26	22	0,90	0,40	0,36
II & III.									22	0,72	0,28	0,20
Effets. . . .				0,27				0,26				0,56
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				56				64				62
Momens.				15,12				16,64				34,72
Entre I & II.	23	0,95	0,40	0,38	24	1,08	0,55	0,59	25	1,30	0,56	0,73
II & III.	23	0,90	0,23	0,21	24	0,95	0,38	0,36	25	1,35	0,35	0,47
III & IV.	23	0,55	0,11	0,06	24	0,75	0,21	0,16	25	1,25	0,21	0,26
Effets. . . .				0,65				1,11				1,46
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				70				68				76
Momens.				45,50				75,48				110,96
Entre I & II.	26	1,26	0,63	0,79	27	1,48	0,62	0,92	28	1,35	0,70	0,94
II & III.	26	1,30	0,51	0,66	27	1,87	0,47	0,89	28	1,48	0,63	0,93
III & IV.	26	1,12	0,30	0,34	27	1,65	0,30	0,49	28	1,53	0,44	0,67
IV & V.	26	1,00	0,20	0,20	27	0,96	0,18	0,17	28	1,32	0,12	0,16
V & VI.					27	0,53	0,16	0,08	28	0,72	0,12	0,09
Effets. . . .				1,99				2,55				2,79
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				74				82				80
Momens.				147,26				209,10				223,20
Entre I & II.	29	1,62	0,70	1,13	30	1,48	0,76	1,12	31	2,16	0,81	1,75
II & III.	29	2,05	0,50	1,02	30	1,62	0,65	1,05	31	2,48	0,60	1,49
III & IV.	29	1,78	0,30	0,53	30	1,71	0,42	0,72	31	2,13	0,40	0,85
IV & V.	29	1,12	0,19	0,20	30	1,43	0,32	0,46	31	1,30	0,27	0,35
V & VI.	29	0,56	0,29	0,16	30	0,84	0,19	0,16	31	0,56	0,29	0,16
Effets. . . .				3,04				3,51				4,60
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				88				86				94
Momens.				267,52				301,86				432,40
Entre I & II.	32	1,73	0,90	1,56	33	2,30	0,91	2,09	34	1,98	0,94	1,86
II & III.	32	2,16	0,73	1,58	33	2,88	0,64	1,84	34	2,30	0,77	1,77
III & IV.	32	2,07	0,47	0,91	33	2,17	0,47	1,02	34	2,40	0,55	1,32
IV & V.	32	1,70	0,31	0,54	33	1,28	0,31	0,40	34	1,74	0,33	0,57
V & VI.	32	0,97	0,28	0,27	33	0,56	0,33	0,18	34	0,96	0,33	0,32
Effets. . . .				4,86				5,53				5,84
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				92				100				98
Momens.				447,1				553,00				572,32
Entre I & II.	35	2,70	0,93	2,51	36	2,03	0,90	1,83	37	3,06	1,08	3,30
II & III.	35	3,06	0,67	2,05	36	2,70	0,83	2,24	37	3,40	0,74	2,52
III & IV.	35	2,29	0,50	1,14	36	2,55	0,60	1,53	37	2,40	0,60	1,44
IV & V.	35	1,27	0,33	0,4	36	1 87	0,41	0,77	37	1,28	0,49	0,63
V & VI.	35	0,56	0,39	0,2	36	0,95	0,34	0,32	37	0,56	0,46	0,2
Effets. . . .				6,3				6,69				8,15
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				10				104				112
Momens. .				672,04				695,76				912,8

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaif.	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets
Entre I & II.	38	2,66	1,16	3,09	39	3,60	1,11	4,00	40	2,81	1,14	3,20
II & III.	38	3,06	0,88	2,69	39	3,67	0,83	3,05	40	3,60	0,94	3,38
III & IV.	38	2,83	0,66	1,87	39	2,31	0,74	1,71	40	3,06	0,73	2,23
IV & V.	38	1,92	0,53	1,02	39	1,20	0,53	0,64	40	1,85	0,52	0,96
V & VI.	38	0,96	0,44	0,42	39	0,67	0,56	0,37	40	0,90	0,49	0,44
Effets. . . .				9,09				9,77				10,21
Dist. du cent de grav. à la lig. *AA*.				110				118				116
Momens.				999,90				1152,86				1184,36
Entre I & II.	41	4,01	1,08	4,33	42	3,38	1,15	4,89	43	4,57	1,14	5,21
II & III.	41	4,01	0,94	3,77	42	4,01	1,00	4,01	43	4,01	1,12	4,49
III & IV.	41	2,31	0,88	2,03	42	3,33	0,84	2,80	43	2,29	1,09	2,50
IV & V.	41	1,32	0,69	0,91	42	1,85	0,68	1,26	43	1,32	0,95	1,25
V & VI.	41	0,67	0,58	0,39	42	0,99	0,66	0,65	43	0,67	0,70	0,47
Effets. . . .				11,43				13,61				13,82
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				124				122				130
Momens.				1417,32				1660,42				1796,60
Entre I & II.	44	3,64	1,15	4,19	45	5,17	1,15	5,94	46	4,32	1,14	4,92
II & III.	44	4,57	1,12	5,12	45	3,78	1,32	4,99	46	5,17	1,21	6,26
III & IV.	44	3,33	1,04	3,46	45	2,19	1,22	2,67	46	3,15	1,21	3,81
IV & V.	44	1,84	1,01	1,86	45	1,26	1,01	1,27	46	1,75	1,12	1,96
V & VI.	44	0,99	0,79	0,78	45	0,67	0,78	0,52	46	0,94	0,83	0,78
Effets. . . .				15,41				15,39				17,73
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				128				136				134
Momens.				1972,48				2093,04				2375,82
Entre I & II.	47	5,45	1,39	7,57	48	5,89	1,24	7,30	49	5,94	1,77	8,57
II & III.	47	3,65	1,54	5,62	48	5,45	1,48	8,07	49	3,82	1,85	7,07
III & IV.	47	2,07	1,30	2,69	48	3,04	1,44	4,38	49	2,07	1,28	2,45
IV & V.	47	1,20	0,96	1,15	48	1,66	1,20	1,99	49	1,24	1,00	1,24
V & VI.	47	0,67	0,79	0,53	48	0,90	0,89	0,80	49	0,67	0,75	0,50
Effets. . . .				17,56				22,54				19,83
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				142				140				148
Momens.				2493,52				3155,60				2934,84
Entre I & II.	50	7,04	1,49	10,49	51	4,55	2,16	9,83	52	11,11	2,04	22,66
II & III.	50	5,94	1,94	11,52	51	2,34	1,46	3,42	52	4,55	2,11	9,60
III & IV.	50	3,18	1,70	5,41	51	1,20	1,18	1,42	52	1,95	1,65	3,22
IV & V.	50	1,66	1,30	2,16	51	0,67	1,22	0,82	52	0,96	1,40	1,34
V & VI.	50	0,93	0,98	0,91	51	0,45	1,32	0,59	52	0,50	1,37	0,68
Effets. . . .				30,49				16,08				37,50
Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				146				153				151
Momens.				4451,54				2460,24				5662,50

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre les plans de flottaison V & VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *AA*.	Momens.
7	0,45	0,11	0,05	21,00	1,05
9	0,45	0,11	0,05	27,00	1,35
11	0,45	0,11	0,05	33,00	1,65
13	0,45	0,13	0,06	39,00	2,34
15	0,45	0,10	0,04	45,00	1,80
17	0,45	0,08	0,04	51,00	2,04
19	0,45	0,10	0,04	57,00	2,28
21	0,45	0,10	0,04	63,00	2,52
23	0,81	0,10	0,08	69,00	5,52
25	0,90	0,11	0,10	75,00	7,50
Effets.			0,55	mom.	28,05

En dessous du VI. plan de flottaison.

N°.	Aires des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *AA*.	Momens.
8	0,28	0,53	0,15	21,00	3,15
10	0,48	0,46	0,22	27,00	5,94
12	0,49	0,40	0,20	33,00	6,60
14	0,54	0,30	0,16	39,00	6,24
16	0,63	0,30	0,19	45,00	8,55
18	0,67	0,30	0,20	51,00	10,20
20	0,72	0,30	0,22	57,00	12,54
22	0,76	0,30	0,23	63,00	14,49
24	0,76	0,30	0,23	69,00	15,87
26	0,81	0,30	0,24	75,00	18,00
28	0,95	0,35	0,33	81,00	26,43
30	0,95	0,37	0,35	87,00	30,45
32	0,95	0,36	0,34	93,00	31,62
34	0,95	0,39	0,37	99,00	36,63
36	0,95	0,38	0,36	105,00	37,80
38	0,95	0,40	0,38	111,00	42,18
40	1,29	0,53	0,68	117,00	79,56
Porté ci-cont. effets.			4,85	mom.	386,25

En dessous du VI. plan de flottaison.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *AA*.	Momens.
de ci-	cont.	effet	4,85	mom.	386,25
42	1,36	0,53	0,72	123,00	88,56
44	1,36	0,56	0,76	129,00	98,04
46	1,43	0,60	0,86	135,00	116,10
48	1,43	0,69	0,99	141,00	139,59
50	1,50	0,70	1,05	147,00	154,35
52	1,03	0,70	0,72	151,00	108,72
Effets. . . .			9,95	mom.	1091,61
étrav	3,85	0,44	1,69	9,00	15,21
quill.	20,85	0,58	12,09	80,00	967,20
étambot & gouv.	10,00	0,70	7,00	156,00	1092,00
Effets.			20,78	mom.	2074,41

Somme des forces directes, & de leurs momens par rapport à la ligne BB.

Effets.	Momens.
67,61	1470,33
40,12	835,67
16,38	347,19
6,16	141,59
1,93	48,11
1,21	29,22
2,61	62,65
27,57	978,31
9,82	344,09
2,72	93,55
0,22	7,25
58,00	1748,70
234,45	6106,66

Forces latérales sur la partie de l'arriere du côté sous le vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des lig. de flottais.	Nº.	Aires des triang	Forces latér.	Effets.
Entre I & II.	52	11,88	1,38	16,39
II & III.	52	2,25	1,45	3,26
			Effets. . .	19,65
			Dist. du cent. de grav. à la lig. *AA*.	151
			Momens. .	2967,15

Somme des forces latérales sous le vent, & de leurs momens par rapport à la lig. AA.

Effets.	Momens.
0,27	25,38
0,13	11,96
0,56	50,00
0,20	19,60
0,70	74,00
0,47	48,88
1,13	126,56
0,82	90,00
1,80	212,40
1,41	163,56
2,94	364,56
2,44	297,68
3,55	461,50
3,18	407,04
4,27	580,72
4,63	620,42
4,17	592,14
7,96	1114,40
6,25	925,00
12,09	1765,14
2,70	413,10
19,65	2967,15
81,32	11330,59 sous le vent.

Somme des forces latérales au vent, & de leurs momens par rapport à la ligne AA.

Effets.	Momens.
0,27	15,12
0,26	16,64
0,56	34,72
0,65	45,50
1,11	75,48
1,46	110,96
1,99	147,26
2,55	209,10
2,79	223,20
3,04	267,52
3,51	301,86
4,60	432,40
4,86	447,12
5,53	553,00
5,84	572,32
6,34	672,04
6,69	695,76
8,15	912,80
9,09	999,90
9,77	1152,86
10,21	1184,36
11,43	1417,32
13,61	1660,42
13,82	1796,60
15,41	1972,48
15,39	2093,04
17,73	2375,82
17,56	2493,52
22,54	3155,60
19,83	2934,84
30,49	4451,54
16,08	2460,24
37,50	5662,50
0,55	28,05
9,95	1091,61
20,78	2074,41
351,94	44737,91 au vent.
81,32	11330,59 sous le vent.
270,62	33407,32

D'après ces calculs, on a les effets des forces & leurs momens.

Sur la partie de l'avant du Vaisseau, figure 38.

Pag. 134. Effets directs. 331,30
Leurs momens par rapport à BB. 6737,31

140. Effets latéraux. 288,60
Leurs momens par rapport à AA *. 7825,87

Sur la partie de l'arriere du Vaisseau, figure 39.

147. Effets directs. 234,45
Leurs momens par rapport à BB. 6106,66

149. Effets latéraux. 270,62
Leurs momens par rapport à AA. 33407,32

Suivant ce qui a été dit ci-devant, les effets sur la partie de l'avant du Vaisseau doivent être multipliés par 6, & ceux sur la partie de l'arriere par 7, & par conséquent leurs momens.

Effets directs de l'avant = 331,30 × 6 =	1987,80
Effets directs de l'arriere = 234,45 × 7 =	1641,15
Effets directs	3628,95
Moment de l'avant = 6737,31 × 6 =	40423,86
Moment de l'arriere = 6106,66 × 7 =	42746,62
Momens. . . .	83170,48

D'où $\frac{83170,48}{3628,95} = 22,91$ = la distance de la ligne BB au centre de gravité des effets directs; & $\frac{3628,95}{13} = 279,15$ = l'effet direct ou la résistance.

Effets latéraux de l'avant = 288,60 × 6 =	1731,60
Effets latéraux de l'arriere = 270,62 × 7 =	1894,34
Effets latéraux.	3625,94
Momens de l'avant = 7825,87 × 6 =	46955,22
Momens de l'arriere = 33407,32 × 7 =	233851,24
Momens. . .	280806,46

D'où $\frac{280806,46}{3625,94} = 77,44$ = la distance de la ligne AA au centre de gravité des effets latéraux, & $\frac{3625,94}{13} = 278,92$ = l'effet latéral

* La ligne AA, qui est l'axe des momens des effets latéraux, n'est & ne peut être représentée que dans la figure 40.

ou la résistance, quand la force absolue est égale à la distance entre les coupes *aa*, *bb*, *cc*, &c.

La distance de la ligne *BB* à la ligne *CC* dans le plan de flottaison supérieur = 22,3. Soustrayant cette quantité de 22,91, il reste 0,68 pour la distance de la résistance directe du côté sous le vent à la ligne *CC*; ainsi tracez une ligne *FD* (*figure* 40) à une distance de 0,68 de la ligne *CC*, & qui lui soit parallele. Tracez parallélement aux coupes la ligne *FE* à une distance de 77,44 pieds de la ligne *AA*. Portez de *F* en *D* & de *F* en *E* les quantités 279,15 & 278,92 des résistances directes & latérales prises d'après quelque échelle. Finissez le rectangle *FDGE*; la diagonale *FG* sera la direction moyenne horizontale de l'eau.

Fig. 38, 39 & 40.

Mais si nous faisons attention à ce qui a été dit ci-devant de la multiplication des forces par 6 & 7, on verra d'après le paragraphe 14, que ce sont les directions contraires de l'eau qui donnent lieu à ces co-efficiens; c'est-à-dire, que c'est à cause que l'eau qui est en avant de la plus grande largeur, va en partie dans le même sens que le Vaisseau, & que l'eau qui est de l'arriere, va dans un sens contraire; & cela provient de l'élévation de l'eau sur l'avant, & de son abaissement en arriere. L'on a supposé l'élévation d'un demi-pied au-dessus, & l'abaissement d'un demi-pied au-dessous du niveau naturel de l'eau.

Ainsi, si sur la figure 38 qui représente l'avant du Vaisseau, vous faites une addition de demi-pied au-dessus de la ligne de flottaison supérieure, & si sur la figure 39 qui représente l'arriere, vous faites une soustraction aussi d'un demi-pied sur le tirant-d'eau, on trouvera que la force latérale se transportera de 1,5 pieds de l'avant, & que la force directe se rapprochera de 0,3 pieds de la ligne *CC*.

Ce changement est exprimé par *fe* & *fd*, (*figure* 40) & finissant le rectangle, *fg* représentera la direction moyenne horizontale de l'eau.

Ici il faut observer que cette direction moyenne n'est pas au niveau de l'eau, où l'on peut supposer le centre de gravité du Vaisseau, mais quelques pieds en dessous. C'est pourquoi la direction moyenne de l'eau ne passe pas par le centre de gravité, mais en dessous à peu près dans la verticale passant par ce centre. Ce Vaisseau inclinant de 7 degrés, ne deviendra donc pas trop ardent: mais si l'inclinaison augmente, le centre de gravité se transportera sous le vent de la direction moyenne, d'où le Navire deviendra plus ardent.

Si ce Vaiſſeau avoit été plus taillé de l'avant & plus plein de l'arriere, de maniere que le centre de gravité de la partie ſubmergée ſe fût trouvé de 2 pouces plus de l'arriere, la force latérale auroit été un peu plus de l'avant, & la direction moyenne auroit paſſé de quelques pouces en avant du centre de gravité du Bâtiment, ce qui l'eut rendu plus ardent.

Voyons à préſent où la direction moyenne ſe rencontre lorſque l'on ne multiplie pas les effets par les co-efficiens 6 & 7.

Les effets directs de l'avant & de l'arriere = 331,30 + 234,45 = 565,75 ; leurs momens = 6737,31 + 6106,66 = 12843,97 ; & $\frac{12843,97}{565,76}$ = 22,70 ; de laquelle quantité ſouſtrayant 22,3, il reſtera 0,40 qui eſt la diſtance de la réſiſtance directe à la ligne *CC*.

Les effets latéraux de l'avant & de l'arriere = 288,6 + 270,62 = 559,22 ; leurs momens 7825,87 + 33407,32 = 41233,19 ; & $\frac{41233,19}{559,22}$ = 73,73 ; ſouſtrayez cette quantité de 77,44, il reſtera 3,71 : on ne peut plus ſuppoſer dans ce cas, comme on l'a fait ci-devant, qu'il y ait une élévation ou un abaiſſement d'eau : ainſi, le centre des effets des forces latérales ſera en *km* à 3,71 pieds en avant du lieu où on l'avoit trouvé ci-deſſus. Négligeant toujours cette élévation ou abaiſſement d'eau, le centre des effets directs ſe tranſportera auſſi plus au vent, comme dans la ligne *kl* ; d'où la direction moyenne ſera dans *km* : cette direction moyenne devroit donc paſſer à une diſtance *fp*, (à peu près de 2 pieds $\frac{1}{4}$) à l'avant & au vent du centre de gravité ⊙ du Vaiſſeau.

De cette maniere on a deux directions moyennes de l'eau ; il eſt queſtion de ſavoir quelle eſt la bonne.

Suivant l'uſage ordinaire de gréer les Vaiſſeaux, le centre de gravité commun des voiles, par rapport à la longueur, doit ſe trouver en *P*, à 13 pieds en avant du centre de gravité ; ſa hauteur à 78 pieds au-deſſus de la flottaiſon. Quand le Vaiſſeau viendra à incliner de 7 degrés, ce centre de gravité des voiles ſe trouvera à 9 pieds $\frac{1}{2}$ ſous le vent du grand axe du plan de flottaiſon ; & par rapport à l'épaiſſeur des mâts & des verges, & à la courbure que prennent les mâts, il y aura encore ſûrement bien 2 pieds $\frac{1}{2}$: d'où le centre de gravité des voiles tomberoit en *Q*, à 12 pieds ſous le vent du grand axe.

Comme le Vaiſſeau ſuit toujours la route *CC*, la voilure *QR* doit être orientée de maniere qu'elle ſe trouve perpendiculaire à la réſiſ-

tance

tance moyenne de l'eau : si donc par Q on trace QT perpendiculaire à QR, la ligne QT devra être parallele à kn ; & comme dans ce cas-ci, QT se rencontre précisément dans l'alignement de kn, le Vaisseau feroit sa route CC sans qu'on eût besoin de mettre la barre de l'un ou de l'autre bord : mais c'est en supposant les voiles des surfaces planes.

Mais comme le vent, en enflant les voiles, 1°. leur cause une courbure qui ne permet pas de les considérer comme des plans ; 2°. à cause de sa direction, venant du côté du lof pour sortir du côté opposé, il forme cette espece de poche plus sous le vent qu'au vent : le centre de son effet sur les voiles ne peut se trouver au milieu, mais il doit se transporter de la distance QR du côté sous le vent ; & cette distance doit être plus ou moins grande, selon qu'elles sont plus ou moins larges. Je veux, pour un moyen, supposer dans ce Vaisseau que cette distance ne surpasse pas 6 pieds : De-là, la résultante de l'effort du vent dans les voiles sera dans la ligne SR, & le Vaisseau tendra à venir au vent, tournant autour de son centre de gravité $\odot$, avec un moment de force $= Sp \times$ la résistance du Vaisseau selon la direction kn : mais comme le Bâtiment doit tailler de l'avant selon la ligne CC, il n'y a que le gouvernail qui puisse le contenir dans cette route, & pour cet effet, il faudroit que le moment de l'effet latéral de l'eau sur ledit gouvernail, multiplié par sa distance au centre de gravité du Navire, fût égal au moment ci-dessus $Sp \times$ la résistance, &c. : or, ces momens ne pourroient être égaux que lorsque le gouvernail feroit un angle de 15 degrés avec le grand axe du Vaisseau.

Une Frégate de cette forme dont le centre de gravité est à près de 2 pieds $\frac{1}{4}$ en avant du milieu de la longueur de tête en tête, & dont les lisses de l'avant auroient une pareille courbure, ne pourroit, d'après l'expérience ; être fort ardente : ainsi, avec une inclinaison de 7 degrés, elle ne pourroit le devenir au point qu'on soit obligé de tenir la barre à 15 degrés au vent de la ligne du milieu. On a donc droit de conclure *que la direction moyenne de l'eau ne peut être dans la ligne* kn, *mais qu'elle doit passer plus près du centre de gravité* $\odot$ *comme en* fg, & elle pourroit se trouver sous le vent du même centre.

Supposons encore que l'eau qui est en arriere de la plus grande largeur du Vaisseau dans la position où il est actuellement, n'influe pour rien sur la disposition à venir au vent ; que son effort sur la partie de l'avant seule puisse occasionner cette disposition : l'effet

direct = 331,3 ; son moment = 6737,31 ; & $\frac{6737,31}{331,3}$ = 20,33 : soustrayant cette quantité, de 22,3, la distance de la résistance directe à la ligne *CC* du côté du vent = 1,97 pieds : cela donne la ligne *qr*. L'effet latéral de l'avant = 288,6 ; son moment = 7825,87 ; & $\frac{7825,87}{288,6}$ = 27,11, c'est-à-dire, est égal à la distance du centre de gravité des forces latérales à la ligne *AA* : cela donne *qs*. Finissant le rectangle de ces effets, la diagonale *qt* sera la direction moyenne de l'eau. Par le centre de gravité ⊙, sur cette ligne *qt* prolongée, abaissez la perpendiculaire ⊙*u* : du point *R* abaissez à ⊙*u* la perpendiculaire *RS* qui sera parallele à *qu*. Le Vaisseau tendra à venir au vent, tournant autour de son centre de gravité ⊙, avec un moment de force = *Su* × la résistance du Vaisseau *qt*.

Cette tension à venir au vent ne pourra être contre-balancée par le gouvernail, tant que le centre d'effort de la voilure demeurera en *R*. Il faudroit qu'elle fût portée de l'avant, de maniere que la résultante de l'effort du vent dans les voiles se trouvât dans la ligne *qt* ou quelques pieds de l'arriere : & encore quand il seroit possible de porter autant de l'avant le centre de gravité de la voilure, on ne pourroit cependant contenir le Vaisseau, car le Navire inclinant, la partie de l'avant principalement devroit plonger par la force du vent dans les voiles : par-là la direction moyenne de l'eau se transporteroit encore plus de l'avant ; ainsi il ne seroit pas possible d'empêcher le Vaisseau de venir au vent.

Il est donc absurde de poser pour principe que l'eau de l'arriere de la plus grande coupe du Vaisseau, n'influe pour rien sur sa disposition à venir au vent.

On a rempli dans ce Chapitre l'objet qu'on s'étoit précédemment proposé, y prouvant avec la plus grande évidence *qu'on ne s'est point mépris en établissant le principe du calcul de la résistance de l'eau contre le Vaisseau ; que non-seulement la partie de l'arriere doit être calculée comme celle de l'avant, mais encore que l'expression de l'effet de l'eau sur cette partie de l'arriere, doit avoir un certain co-efficient plus grand que celui qui convient à l'expression pour la partie de l'avant.*

On peut aussi trouver l'aire du plan de résistance pour ce Vaisseau navigant avec vent de côté dans l'état d'inclinaison, & avec la dérive qu'on lui a supposés.

On a déjà trouvé que la somme des effets directs de l'avant & de l'arriere multipliée par 6 & 7, = 3698,95 ; & comme la distance entre les coupes *aa*, *bb*, &c. qu'on a considerée comme force absolue = 6 pieds, selon les paragraphes 16 & 17, l'aire du plan de résistance sera = $\frac{3628,95}{6 \times 13}$ = 46,52 pieds quarrés. On voit dans le paragraphe 18, que le plan de résistance du même Vaisseau allant vent-arriere = 36,24 : par conséquent, pour que le Vaisseau dans les deux cas cingle avec la même vitesse, il faudra qu'il présente au vent une bien plus grande étendue de voilure vent de côté que vent-arriere *, & cela non-seulement à cause de la plus grande surface du plan de flottaison, mais encore vu l'obliquité du vent avec les voiles.

La ligne PQ (*fig.* 38) est la résistance latérale, la ligne PR la résistance verticale, & la ligne PS leur direction moyenne, calculées seulement pour cette partie du Vaisseau.

---

* Vent-arriere, le Vaisseau allant dans le même sens que le vent, la vitesse de ce courant d'air est moindre à bord de toute celle du Navire : vent de côté, la vitesse du vent ou du courant d'air ne doit souffrir d'autre déduction à bord, que celle qu'a le Vaisseau sur le côté, qui peut se représenter par le sinus de l'angle de dérive : ainsi il est clair que le vent demeure toujours plus en surce quand son lit est perpendiculaire au grand axe du Vaisseau, que quand l'un & l'autre sont dans la même direction.

Ces calculs sont d'autant plus inutiles à entreprendre, quant à présent, que l'on en connoit encore fort peu le fondement physique, *les élémens de l'effort du vent sur les voiles*; car si l'on ne faisoit entrer dans le calcul que la densité & la vitesse du mouvement de l'air, comment seroit-il possible d'expliquer un fait d'expérience que l'on doit particuliérement à *DOM GEORGES JUAN*, *Chef-d'Escadre des Armées Navales de Sa Majesté Catholique* (dans son Examen Maritime, théorique & pratique de la Construction des Vaisseaux, dont la traduction, par M. Levêque, paroitra bientôt)? savoir, qu'un Bâtiment bon voilier prend une très-grande partie de la vitesse du vent. Les parties élémentaires de l'eau sont dures, tenues, infiniment peu susceptibles de compression ; celles de l'air au contraire sont élastiques, & se condensant dans l'espece de cu-de-sac que forme la voile, elles doivent éprouver beaucoup de difficultés à se dégager, & user, en attendant, de leur ressort sur la surface concave des voiles.

CHAPITRE XI.

Du Jaugeage & de l'Arrimage, avec des instructions sur ces objets, & aussi différens détails importans concernant les Munitions de bouche, pour servir à faire les emménagemens ou soutes.

§ 41.

Du Jaugeage.

PAR jauger, on entend prendre les dimensions d'un Vaisseau, pour, ayant égard à sa forme, trouver la charge qu'il peut porter, & avec laquelle il puisse naviguer sans danger.

Jauger à la façon Suédoise, est rechercher la quantité de lastes fortes que le Bâtiment peut porter, de la maniere suivante.

On prend sur le pont supérieur, la longueur du Vaisseau de l'étrave à l'étambot, la largeur en dedans du vaigrage, & le creux du bordage dudit pont supérieur sur le vaigrage de fond; on multiplie ces trois dimensions entr'elles, & on en divise le produit par 200 : les cinq sixiemes de ce quotient sont le poids que peut prendre le Bâtiment en lastes fortes de 18 skiponds, poids de fer par laste : on soustrait cependant encore tant par cent de cette quantité, selon que le Jaugeur estime le Vaisseau plus ou moins plein dans ses fonds, ou qu'il porte plus ou moins d'artillerie. Le reste est la charge en lastes fortes *.

* On est souvent obligé d'employer des méthodes pareilles, quand la cale se trouve trop embarrassée, pour y faire des opérations qui donneroient un jaugeage plus exact.

Notre usage, dans ce cas, est de prendre la longueur de tête en tête du dehors de l'étrave au dehors de l'étambot, la largeur au fort en dehors des préceintes, le creux de la ligne droite du maitre bau sur quille, que l'on peut presque toujours avoir à la pompe; de faire un produit de ces trois dimensions, & de le diviser par cent : le quotient est le port en tonneaux de 2000 liv., ou de 42 pieds cubiques d'objets d'une pesanteur spécifique, telle qu'en remplissant les espaces destinés pour la cargaison, ils fassent caler le Vaisseau jusqu'à sa flottaison de charge.

Il résulte de ceci que dans deux Vaisseaux construits d'après le même plan, si le pont supérieur de l'un se trouve d'un pied plus haut que celui de l'autre, celui-là se trouvera d'une plus grande quantité de lastes que celui-ci ; ce qui doit cependant être le contraire *, puisqu'il doit porter de moins ce que pesent de plus les côtés du Vaisseau exhaussé d'un pied, (les deux Navires chargés au même tirant-d'eau). Le résultat de ce calcul peut encore être fautif en ce que le Bâtiment ne sera pas toujours jugé exactement sur son plus ou moins de façon, par un spectateur qui est dans la cale ; d'où il

---

Examinons si cette méthode revient à celle de M. de *Chapman*.

Soit $ax =$ la longueur de dedans en dedans en pieds Suédois, dont 13 pouces $\frac{1}{8}$ font 12 pouces, pied de Roi ; $bx =$ la largeur en dedans du vaigrage ; $x =$ le creux du pont supérieur sur vaigrage ; $z =$ la quantité à soustraire. $\left(\frac{5}{6} \times \frac{abx^3}{200} - z\right) \times 5760 =$ la quantité de la charge en liv. de Suéde $= \left(\frac{5}{6} \times \frac{abx^3}{200} - z\right) \times 4975$ en livres, poids de marc.

Nous prenons les mêmes mesures, mais hors d'œuvre. Supposant la différence des dimensions principales dedans œuvre à celles hors d'œuvre $= \frac{1}{10}$ des dimensions dedans œuvre $= \frac{1}{10}x$, on aura l'excès du parallélipipede hors d'œuvre sur celui abx^3 dedans œuvre, par cette proportion $x : abx^3 :: \frac{3}{10}x : \frac{3}{10}abx^3$ (*Essai sur l'Architecture Navale*, p. 163. lig. 15). Le produit de nos trois dimensions seroit donc $abx^3 + \frac{3}{10}abx^3 = \frac{13}{10}abx^3$ en pieds de Suéde, & en pieds de Roi, $\frac{13}{10}ab \times \frac{12}{13\frac{1}{8}}x \times \frac{12}{13\frac{1}{8}}x \times \frac{12}{13\frac{1}{8}}x = \frac{13}{10}ab \times \frac{1728}{2261}x^3$. Cette quantité se doit diviser par 100 & multiplier par 2000, pour avoir des livres, poids de marc, ou se multiplier tout de suite par 20. $\frac{13}{10}ab \times \frac{1728}{2261}x^3 \times 20 = \frac{44928}{2261}abx^3$: d'où on doit avoir cette équation $\frac{44928}{2261}abx^3 = \left(\frac{5}{6} \times \frac{abx^3}{200} - z\right) 4975$ (suivant le calcul Suédois) $= \frac{24875}{1200}abx^3 - 4975 \times z$: d'où $z = \left(\frac{24875}{1200} - \frac{44928}{2261}\right) \times \frac{abx^3}{4975} = (20{,}7 - 19{,}9) \times \frac{abx^3}{4975} = 0{,}8 \times \frac{abx^3}{4975} = \frac{4}{5} \times \frac{abx^3}{4975} = \frac{4}{24875}abx^3 = \frac{1}{6219}abx^3$.

La quantité à retrancher selon le jaugeage Suédois, pour qu'il revint au nôtre, seroit donc extrémement petite : mais il faut considérer que le parallélipipede que nous déduisons de celui de Suede, est plus grand que nous ne le trouverions en prenant les mesures sur le Bâtiment, parce que la figure de l'intérieur du Navire n'est pas exactement semblable à celle de l'extérieur, comme nous l'avons observé (*Essai sur l'Architecture Navale*, p. 166. lig. 7). Aussi dans le jaugeage de nos Vaisseaux ayant gaillards, il n'y a que dans le cas d'une construction particuliere, que nous ajoutions ou retranchions quelque quantité : quant à ceux sans gaillards, nous retranchons entre le sixieme & le douzieme, pour le logement, la cambuse, &c.

Notre méthode se rapportant si parfaitement avec la Suédoise, c'est une raison de plus de s'y fier, quand on ne peut pas mieux faire.

* Un Vaisseau qui a un pied de plus de creux, peut caler un pied de plus, & naviguer avec autant de sûreté.

y a beaucoup d'arbitraire dans l'addition ou la souſtraction pour cette conſidération : ſans parler d'autres raiſons qui rendent la jauge, ſuivant cette méthode, très-indéterminée.

Si une laſte étoit un certain eſpace, cette maniere de jauger ſeroit encore ſupportable, mais comme c'eſt une quantité peſante, elle n'eſt point du tout raiſonnable *.

---

* Afin de ſe faire une idée nette du jaugeage, il faut ſuppoſer les eſpaces du Vaiſſeau deſtinés pour la charge, remplis d'objets dont la peſanteur uniforme ſpécifique ſoit telle que le Vaiſſeau ſoit calé juſqu'à ſa ligne de charge : au moyen de quoi l'eſpace a un rapport conſtant avec le poids.

Si le Vaiſſeau avec ſon grément, ſon armement & ſes vivres ne peſe que le tiers de ſon déplacement en charge, lequel déplacement eſt d'autant de tonneaux de 2000 liv., qu'il s'y trouve d'eſpace de 28 pieds cubiques, la charge qu'il aura à bord en poids, ſera les deux tiers de celui du déplacement, lorſqu'il ſera calé juſqu'à ſa ligne de flottaiſon de charge. Suppoſant d'un côté que la charge n'aille que juſqu'à la hauteur du niveau de l'eau, & de l'autre que la carene ſoit une enveloppe infiniment mince & ſans peſanteur ; cette charge occupant le même volume que le déplacement, mais peſant un tiers de moins, chaque tonneau de cette charge occupera plus d'eſpace ; il occupera un eſpace d'autant plus grand qu'il peſe moins. La quantité de tonneaux de la charge eſt, ſous le même volume, les deux tiers de celle du déplacement ; le volume du tonneau de déplacement ne doit donc être que les deux tiers de celui de la charge : il eſt de 28 pieds ; celui de la charge ſera de 42 pieds.

La carene n'eſt point une enveloppe infiniment mince & ſans peſanteur ; quant à ſon poids, il eſt compris dans celui du Vaiſſeau ; mais il y a le volume de la charpente : à cette égard il faut ſe ſouvenir que nous avons ſuppoſé la charge ne monter que juſqu'à la hauteur du niveau de l'eau : cependant il y a des eſpaces au-deſſus de l'eau, & il ſe trouve que la cubature de ces eſpaces eſt à peu près égale à celle de la charpente de la carene ; car en ſuppoſant, comme nous l'avons fait dans la note précédente, la ſolidité de la charpente $= \frac{1}{10} a b x^3$, cette quantité peut revenir à la partie de la charge qui ſe trouve au-deſſus de l'eau. Les entre-ponts des Vaiſſeaux de commerce cubent communément plus de la moitié de la ſolidité de la cale, ou plus du tiers de celle du chargement : mais dans les Bâtimens chargés à morte charge, la ligne du faux pont eſt bien au-deſſous de la flottaiſon ; ainſi on peut admettre que la ſolidité des eſpaces deſtinés à recevoir la cargaiſon, eſt égale à celle du déplacement. L'inexactitude de l'expreſſion $\frac{1}{10} a b x^3$, dont nous avons parlé, ne doit cauſer aucune inquiétude, car il en réſulte qu'elle eſt trop forte ; la ſolidité de la charpente eſt réellement une quantité moindre ; & pareillement la partie de la charge qui ſe trouve au-deſſus de la flottaiſon dans les Vaiſſeaux de commerce, dont les eſpaces ſont pleins, & qui ſont à leur charge, eſt moindre. On peut donc établir *le Vaiſſeau être d'autant de tonneaux, que ces eſpaces contiennent de fois 42 pieds cubiques, ſi le Bâtiment armé & avec ſes vivres ne peſe que le tiers du déplacement.*

Mais je laiſſe à penſer, ſi les Vaiſſeaux peſent auſſi peu. S'ils peſent beaucoup davantage, ne devroit-on pas prendre une quantité beaucoup plus grande pour le tonneau ? S'ils peſoient la moitié de leur déplacement, il faudroit prendre 56 pieds.

La ſuppoſition de l'objet de comparaiſon *qui remplit les eſpaces en même tems qu'il charge*, eſt fort naturelle ; il ne ſeroit pas juſte de payer le fret d'une cargaiſon de beaucoup de peſanteur ſpécifique ſeulement à l'eſpace qu'elle contiendroit ; non plus que de ne payer qu'au poids le fret d'une denrée qui rempliroit tous les eſpaces, ſans charger le Vaiſſeau à ſa flottaiſon raiſonnable.

Il ſemble qu'on a cru trouver l'objet de comparaiſon que j'ai ſuppoſé, dans le vin de Bor-

La façon de jauger qu'on emploie en Angleterre, n'a pas directement le but de trouver la quantité de lastes que le Vaisseau peut

---

deaux. Le tonneau de vin de Bordeaux arrimé avec le plus grand soin dans un espace fait exprès en parallélipipede rectangle, dont toutes les dimensions seroient commensurables de celles de la barique, ayant égard à l'engrenûre; ce tonneau de 4 bariques occuperoit un espace de 46 pieds $\frac{1}{3}$: c'est ce que l'on peut reconnoitre par le calcul avec les connoissances des premiers élemens de géométrie: la barique a 2 pieds 9 pouces 4 lignes de longueur, & 2 pieds 1 pouce 3 lignes de plus grand diametre. L'engrenûre fait bailler la charge; chaque rang, excepté un, n'occupe en hauteur qu'une quantité qui est au diametre dans le rapport du sinus de 60 degrés au rayon: faisant le calcul, on trouvera donc, je le répete, que 4 bariques de vin de Bordeaux occupent 46 pieds $\frac{1}{3}$: il est vrai qu'elles pesent 2140 liv. avec les fûts, ainsi 2000 liv. n'occupent que 43 pieds $\frac{1}{3}$. Cette quantité n'est pas beaucoup plus considérable que le tonneau de l'Ordonnance, de 42 pieds: mais la supposition d'une cale en parallélipipede rectangle commensurable des fûts, n'est point du tout admissible: ainsi le tonneau de vin de Bordeaux occupe un espace nécessairement beaucoup plus considérable que 42 ou 43 pieds $\frac{1}{3}$. Si un Vaisseau entierement rempli de bariques de vin, calé jusqu'à sa flottaison naturelle, le jaugeage à 42 pieds lui sera beaucoup trop avantageux, & ce Vaisseau avec son grément, son armement & ses vivres, pesera plus du tiers de son déplacement.

Le but de ces observations est premierement de faire connoître de quel côté est l'avantage de l'Ordonnance. Il seroit sans doute considérablement de celui de l'Armateur, en faisant le jaugeage avec une exactitude géométrique, c'est-à-dire, en multipliant beaucoup les opérations: Il en résulte qu'il convient de se contenter, lorsque l'on jauge en détail un Bâtiment vuide, de prendre trois largeurs dans une section verticale vers le mât d'artimon, trois au milieu, & trois vers le mât de misaine, comme l'indique plus bas M. *de Chapman*: alors il y a des négligences qui feroient tort à l'Armateur, si d'ailleurs le tonneau diviseur ne lui étoit fort avantageux: je m'étendrai en son lieu un peu plus sur cette méthode.

Secondement, de faire voir combien sont mal fondées les plaintes de plusieurs Armateurs. Quelques-uns ont un argument qui paroit sans replique au premier abord; ils présentent des pieces authentiques suivant lesquelles leurs Bâtimens ont porté au-delà du port auquel ils sont jaugés: mais cette raison n'est que spécieuse, & le plus souvent ne mériteroit d'autre réponse qu'une peine afflictive pour celui qui a surchargé le Navire, & par-là compromis la sûreté de l'équipage.

Un Vaisseau peut prendre une trop forte cargaison de deux manieres, ou en se chargeant jusqu'à sa flottaison raisonnable, mais avec des marchandises de beaucoup d'encombrement, en plaçant une partie dans des espaces qui ne peuvent être destinés pour la charge. Un Armateur présenta un certificat qui constatoit que son Vaisseau avoit porté 4280 quarts de farine, dont il prétend que huit forment ce qu'il appelle le tonneau d'arrimage; il seroit donc de 535 tonneaux: ce Bâtiment est au plus de 450 tonneaux, également d'arrimage & de poids, & aussi 4280 quarts ne font que 449 tonneaux de 2000 liv., mettant le poids du quart au plus fort (à 210 liv). La question est de savoir où on a trouvé des espaces pour pouvoir charger à fond le Bâtiment d'une denrée de si peu de pesanteur spécifique; or voici le fait: ce Vaisseau a ses gaillards prolongés de façon que cela lui fait un troisieme pont, sur lequel il embarquoit chaloupe & canot, & avoit établi ses cuisines; au moyen de quoi on avoit trouvé de la place de reste dans son entre-pont supérieur, pour arrimer ce qui n'avoit pu aller de farine dans la cale & l'entre-pont inférieur; je laisse à penser quel fardage! & la bricole que cette maniere de charger devoit donner au Navire! se conduire ainsi, c'est jouer un jeu à se mettre le Vaisseau sur la tête, & en attendant, il doit bien mal naviguer dans cet état: aussi celui-ci a-t-il fait un naufrage considérable à ma connoissance, dont on a eu bien de la peine à le sauver.

porter, mais de s'en procurer la capacité, fur laquelle le Bâtiment paie les droits.

Cette grandeur fe trouve de la maniere que voici : le produit de la longueur de la quille multiplié par la largeur du Bâtiment en dehors des bordages, & encore par la demi-largeur ; ce produit, dis-je, divifé par 94, donne la grandeur du Bâtiment en tons. Si le Vaiffeau porte plus que cette quantité, on dit qu'il porte plus qu'il ne jauge, *& vice versâ.*

Il n'y a pas grande chofe à dire à cet égard, parce que ce n'eft pas directement le port qu'on demande : cependant la maniere de déterminer la longueur de la quille, fur laquelle longueur eft fondée le calcul, eft fautive. On prend $\frac{1}{5}$ & $\frac{1}{8}$ de la largeur du Bâtiment, pour l'élancement & la quête ; on fouftrait ces deux quantités de la longueur prife à partir du milieu de la liffe d'hourdi ; on eftime le refte être la longueur de la quille. Voici le défaut qui en réfulte.

Que la longueur du Vaiffeau de l'étrave à l'étambot $= m$, & fa largeur $= n$: alors la longueur de la quille $= m - (\frac{1}{5} + \frac{1}{8}) \times n$. Et

---

C'eft une bonne chofe de prolonger les gaillards pour la fûreté de la navigation fur de groffes mers, & pendant la mauvaife faifon : cela délivre de l'encaiffement qui a toujours quelque danger pour les Vaiffeaux de bas-bord ; mais c'eft un abus de fe fervir de l'efpace que cela donne de plus pour y placer des marchandifes : ces ponts doivent être comme dans quelques-unes de nos Gabarres, des ponts fur gueule, fous lefquels on doit embarquer les chaloupes & canots, & établir les cuifines.

Si, fur les repréfentations de l'Armateur, les Ingénieurs-conftructeurs avoient voulu paffer ce Vaiffeau à 535 tonneaux, & qu'on eût eu pareille quantité de vin à faire charger, on auroit pu compter fur ce Navire pour cette cargaifon : cependant dès qu'il en auroit eu embarqué 430 à 450 tonneaux, il auroit été en charge raifonnable, & fi on avoit continué à mettre du vin, en profitant des efpaces où on avoit arrimé de la farine, il auroit calé jufqu'à avoir la liffe d'hourdi & partie de la voûte fous l'eau ; il pouvoit être crevé dans cette partie au premier coup de mer confidérable.

L'autre maniere de fe furcharger, eft de remplir tous les efpaces deftinés à la charge par des marchandifes d'une pefanteur fpécifique trop confidérable, fans avoir égard à la flottaifon naturelle du Vaiffeau : alors il fe trouve trop calé, ce qui compromet pareillement la sûreté & le fervice du Bâtiment ; je ne parle pas de cela fans connoiffance de caufe. J'armai à la Martinique, étant fort jeune, fur un fenau de Marfeille, ayant gaillards d'avant & d'arriere ; nous étions calé prefque jufqu'aux dalots ; nous mimes ainfi en mer & nous en avons été quittes à bon marché, parce que nous n'eumes pas de gros tems ; fi nous avions reçu quelques coups de mer, comme j'en ai vu nombre depuis, nous aurions fanci fous la charge ; nous prenions à tout moment par deffus le gaillard d'avant, de l'eau qui formoit une cafcade le long du fronteau : au furplus nous fûmes 96 jours à nous rendre de la Martinique à Marfeille, fans toucher nulle part ; nous étions dans une grande mifere, manquant de tout. Des Bâtimens qui étoient partis un mois après nous, étoient arrivés avant, & nos Affureurs dans une mortelle inquiétude, offrirent fur la place, la veille de notre arrivée, 25 pour cent de réaffurance, fans trouver à

comme

comme $\frac{1}{3} + \frac{3}{8}$ font près de $\frac{3}{4}$, on peut dire que la jauge du Bâtiment en tons, d'après la regle précédente, sera $= \left(\frac{m - \frac{3}{4} n}{94} \right) \times \frac{2}{3} n^2$. Si l'on fait cette expression $= 0$, alors la jauge du Bâtiment sera $= 0$; il ne pourroit donc rien porter. Il est vrai que pour que cela pût avoir lieu, il faudroit que la largeur du Bâtiment fût $\frac{4}{3}$ de la longueur, ce qui n'est pas naturel.

Cependant, quand on fait construire à l'entreprise, c'est l'usage de donner tant par tons. Il s'ensuivroit de cette maniere de mesurer, que l'avantage de celui qui fait construire, seroit de donner * une grande largeur, relativement à la longueur.

Ces deux manieres de jauger étant tout-à-fait défectueuses, je présente ici l'idée qu'on doit se faire de cette opération qui fait voir la façon de mesurer exactement un Bâtiment, pour avoir la quantité pesante qu'il peut porter.

On sait que la quantité pesante qu'un Vaisseau peut porter, est toujours égale au déplacement d'eau qu'elle occasione (*Paragrap.* 1); il s'agit donc seulement de mesurer la partie du Vaisseau qui doit plonger dans l'eau, par le poids de la cargaison. Cette jauge peut se faire avec plus ou moins d'exactitude. Je vais donner ici le procédé pour y parvenir, le plus simple, mais aussi le moins exact.

On suppose que le Vaisseau est lége, lorsqu'on veut le jauger; on en releve les tirans-d'eau de l'avant & de l'arriere en cet état: ensuite on détermine les tirans-d'eau de l'avant & de l'arriere qu'il doit avoir en charge : delà, on a la quantité de pieds dont chaque extrémité doit caler ; on ajoute ces deux quantités, & on prend la moitié de leur somme. On aura de connu ; 1°. la quantité dont le Vaisseau doit caler par l'effet de sa charge ; 2°. sa longueur que l'on mesure droit à partir de la lisse d'hourdi ; 3°. sa largeur que l'on prend en dehors des bordages: on entre-multiplie ces trois dimensions, & on en divise le produit, si le Bâtiment est plein dans ses extrémi-

---

faire affaire, tant on croyoit le Vaisseau aventuré. Nous gouvernions si mal que nous nous jettâmes sur une roche à l'entrée du Port, dont nous nous retirâmes heureusement avec un prompt secours. Si le Capitaine avoit été dans le cas de freter son Navire au Roi, & qu'il eût voulu établir son jaugeage sur cette cargaison, la justice qu'on eut dû rendre à sa représentation, eut été de le faire pendre pour avoir navigué ainsi.

* On ne peut sortir de certaines bornes à cet égard. Quel avantage y auroit-il d'avoir à bas prix un Bâtiment qui ne vaudroit rien du tout ?

tés, par 110; si au contraire il est taillé, par 115; & on aura le port du Vaisseau en lastes fortes : mais si le Navire étoit une Flûte ou de la forme d'une Flûte, conservant sa grande largeur sur presque toute sa longueur, & jusques fort près des extrémités, on prendroit 105 pour diviseur.

Par exemple : un Vaisseau a de longueur, droit devant la lisse d'hourdi, 134 pieds, & de largeur en dehors des bordages, 34 pieds.

Supposons qu'il ait de tirant-d'eau, lége, de l'arriere 12 pieds, de l'avant 8 pieds 7 pouces; supposons aussi que le tirant-d'eau en charge, sera à l'arriere de 19 pieds, & à l'avant de 18; soustrayant 12 pieds de 19, restera 7; & 8 pieds 7 pouces de 18, restera 9 pieds 5 pouces, qui ajoutés à 7 pieds, feront 16 pieds 5 pouces, dont la moitié est 8 pieds 2 pouces $\frac{1}{2}$, quantité de laquelle la charge doit faire caler le Vaisseau. Multipliant 134 pieds, 34 pieds & 8 pieds 2 pouces $\frac{1}{2}$ entr'eux, on aura pour produit 37400.

Si le Bâtiment est une Barque, ou qu'il soit plein dans ses extrémités, cette quantité doit se diviser par 110, & le port du Bâtiment sera de 340 lastes fortes : si c'est une Frégate ou un Bâtiment très-taillé de l'avant & de l'arriere, le diviseur sera 115, & le Vaisseau portera 325 $\frac{1}{5}$ lastes fortes : si ce Navire est plus plein haut & bas, ainsi qu'aux extrémités, on pourroit employer pour diviseur 112, & il porteroit 333 $\frac{13}{14}$ lastes fortes.

Cette maniere de jauger dépend aussi en partie du coup d'œil, pour juger le plus ou le moins de façon du Vaisseau, & choisir en conséquence son diviseur : c'est ce à quoi un peu d'application & l'habitude font parvenir. On ne doit pas s'y tromper de 5 lastes; & il est arrivé, avec la maniere ordinaire de jauger, de s'être trompé de 40 lastes fortes, pour des Bâtimens de cette grandeur.

On pourroit faire l'opération avec plus d'exactitude, en prenant plusieurs largeurs indépendamment de celle du milieu, & alors on ne devroit pas se tromper d'une laste; mais comme cela exigeroit plus de tems, pour prendre les mesures & pour les calculs, je n'en dirai rien.

Quand il est question d'entrer en chargement, il faut faire attention à ne prendre à bord que la charge qui convient, pour que le Vaisseau puisse marcher.

Par exemple : si le Bâtiment a son lest à bord lorsqu'on le jauge, il faut en ajouter le poids au port dont on a trouvé qu'est le Navire :

mais si l'eau, les vivres, les canons & munitions, &c. ne sont pas à bord; s'il y manque seulement un cable, une voile ou quelque chose de semblable, leurs poids une fois connus, doivent être soustraits du port qu'a donné le jaugeage.

Pour estimer ces objets, on peut supposer que les vivres avec les fûts & le bois pour un homme, pendant un mois, pesent 186 liv. de vivres *. L'eau aussi pour un homme, pour le même tems, 217, liv. ** : l'homme même avec ses effets, 260 livres.

Quand on connoît le nombre d'équipage du Bâtiment, le tems pour lequel il doit être approvisionné & prendre de l'eau, il n'est plus difficile de trouver le poids total de ces objets.

Le poids d'un canon de 12 avec son affût, les bragues & palans, est à peu près de 13 skiponds; celui d'un canon de huit avec *idem*, de 10 skiponds; de 6, 8 skiponds; de 4, 6 skiponds; de 3, 4 $\frac{1}{2}$ skiponds; de 2, 3 $\frac{1}{2}$ skiponds : le tout poids de fer ***. La poudre,

* Cela feroit 160 liv., poids de marc; il paroit que ce n'est que 150, ou 5 liv. par jour.

** 187 livres, poids de marc, ou 6 livres $\frac{1}{4}$ par jour.

*** La longueur de nos canons & leur poids, ainsi que celui de l'affût & de la charge de combat, est à peu près, comme on peut le voir ci-dessous.

Calibre.	longueur.		Poids du Canon.	Poids de l'Affût.	Poids de la charge de combat.		
36 liv.	9 p.	pou.	7250 liv.	1283 liv.	14 liv.	0 on.	0 g.
24	8	6	5250	936	9	5	2
18	8		4120	735	7	3	4
12	7	8	3260	547	5	11	0
8	6	10	2230	437	4	6	0
6	6	2	1690	332	3	8	0
4	5	6	1100	262	2	5	2

Quant aux manœuvres, la longueur des garants des trois palans, (les deux de côtés & celui de retraite) est proportionnée à la longueur du canon; leur grosseur peut être de 3 pouces $\frac{3}{4}$, pour le 36; de 3 pouces, pour le 24, & ainsi des autres, diminuant un quart de pouce à chaque calibre.

Les bragues ont aussi leur longueur déterminée par celle du canon, qui, à bout de brague, doit avoir sa tranche à un pied & demi du bord; leur grosseur pour le 36, est de 7 pouces $\frac{1}{2}$; pour le 24, de 7 pouces, &c., diminuant ainsi un demi-pouce à chaque calibre.

La longueur des aiguillettes, est de 10 à 12 brasses; leur grosseur, comme celle des palans.

La longueur des garants de palanquins de sabords est pour le 36, de 5 brasses $\frac{1}{2}$; pour le 24, de 5 brasses, &c., diminuant ainsi $\frac{1}{2}$ pied pour chaque calibre : leur grosseur pour du

les boulets, valets, &c. doivent peser le huitieme du poids du canon & de son affût, en tems de guerre; en tems de paix, moins.

La cuisine & les instrumens du Coq (s'ils manquent à bord) peuvent être estimés à 30 liv., pour chaque homme de l'équipage.

Il faut voir de même, s'il manque cables, grêlins, aussieres ou autres parties de gréement. Le quarré de la circonférence d'un cordage, divisé par 4, donne le poids de la brasse * dudit cordage.

---

36 & du 24, de 2 pouces $\frac{1}{4}$; pour du 18 & du 12, de 2 pouces; pour du 8 & au-dessous, 1 pouce $\frac{3}{4}$.

La grosseur des itagues de sabords, d'un quart de pouce de plus que celle des palans de canons.

La longueur des rabans on bridons de volée, est de 6 brasses, pour le 36; 5 brasses $\frac{1}{2}$, pour le 24, &c., diminuant $\frac{1}{2}$ brasse, &c.; leur grosseur pour le 36, 2 pouces $\frac{1}{4}$; pour le 24, 2 pouces, &c., diminuant $\frac{1}{4}$ de pouce.

La longueur des rabans de sabords, est de 3 brasses; leur grosseur, de deux pouces à 2 pouces $\frac{1}{4}$, suivant le calibre.

La gaule de refouloir qui peut avoir l'écouvillon à son autre bout, a pour le 36, 1 pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, & diminue d'une ligne pour chaque calibre; le bouton de refouloir a pour diametre celui du boulet, & pour longueur le diametre du canon. L'écouvillon a 10 pouces de longueur, pour le 36, & diminue de $\frac{1}{2}$ pouce pour chaque calibre.

Il y a une autre gaule qui est garnie d'une cuiller de cuivre, de même diametre que celle du refouloir; cette cuiller a trois calibres & demi de longueur; il peut y avoir à l'autre extrémité de la gaule, un tire-bourre de 8 pouces de longueur pour le 36, diminuant d'un $\frac{1}{4}$ de pouce pour chaque calibre inférieur.

Les deux pinces de fer de chaque canon ont 4 pieds $\frac{1}{2}$ de longueur pour le 36, diminuant de 2 pouces pour chaque calibre; 1 pouce $\frac{1}{2}$ de diametre au gros bout, aussi pour le 36, diminuant d'une ligne pour chaque calibre, & 1 pouce $\frac{1}{2}$ au petit bout, diminuant de $\frac{2}{4}$ de pouce.

Les barres d'anspect ont de longueur 6 pieds, 5 pieds 8 pouces, 5 pieds 4 pouces, 5 pieds 1 pouce, 4 pieds 10 pouces, 4 pieds 2 pouces, & 3 pieds 8 pouces pour les 7 calibres.

Au moyen de ces renseignemens, on peut se procurer le poids du gréement de chaque canon, ainsi que de toutes les munitions de guerre, pour un nombre de coups déterminé. Le huitieme du poids du canon & de son affût, n'est que pour 20 coups.

* La brasse Suédoise est de 6 pieds Suédois.

Cette opération paroît donner, pour le poids du cordage, une quantité un peu trop forte. Il semble que pour avoir à peu près le poids d'une de nos brasses de 5 pieds de Roi, il faudroit diviser le quarré de la circonférence du cordage par 4,7 ou 4,8: le quotient seroit le poids en livre, poids de marc. Il ne faut pas s'attendre de se procurer un résultat d'une exactitude bien scrupuleuse par ce procédé; car le poids des cordages differe suivant qu'ils sont commis au tiers ou au quart; qu'ils sont plus ou moins gros; qu'ils sont en aussieres ou grêlins, &c.; cependant il suffit pour l'objet dont il est ici question: mais il est supposé que l'on connoît la longueur & la grosseur des cordages, dont on veut avoir le poids: la longueur des cables, est de 120 brasses; celle des manœuvres est donnée par la hauteur de la mâture & l'envergure que détermine le Constructeur. Quant à le grosseur, voici celle de tout le gréement d'un Bâtiment de 30 pieds de largeur, qui servira à trouver la circonférence des manœuvres pour toutes sortes de Vaisseaux, dont la largeur sera pareillement donnée, faisant une regle de proportion, dont le premier terme seroit 30 pieds; le second la grosseur ou circonférence

Ainsi, l'on veut savoir le poids d'un cable de 15 pouces : le quarré de 15 est 225 ; divisant 225 par 4, vous aurez 56 liv. $\frac{1}{4}$

---

du cordage, que l'on trouve ci-dessous ; le troisieme, la largeur donnée du Bâtiment, dont on veut connoitre la grosseur du gréement, qui sera le quatrieme terme. On ajoute communément quelque chose à la quantité que donne la proportion, pour les Vaisseaux du premier rang.

Artimon.	Grosseur des manœuv. pou.	
Étai.	5	[illegible]
Ride-étai.	2	[illegible]
Hauban.	4	
Pendeurs ou pantoires.	4	
Rides-haubans.	1	[illegible]
Garans de palan.	1	[illegible]
Drisse.	3	
Écoute.	1	[illegible]
Garans de palan de drosse.	1	[illegible]
Cargues d'artimon.	1	[illegible]
Martinet en double.	2	[illegible]
Batard de racage.	2	[illegible]
Faux martinet.	2	
Hource double.	1	[illegible]
Gambes de hune.	1	[illegible]
Vergue seche.		
Bras double.	1	[illegible]
Idem, simple.	1	[illegible]
Balancines doubles.	1	[illegible]
Idem, simples.	1	[illegible]
Marchepied.	1	[illegible]
Pendeurs de bras.	2	[illegible]
Moustache.	2	[illegible]
Perroquet de fougue.		
Étai.	2	[illegible]
Hauban.	2	
Rides.	1	
Itague.	2	[illegible]
Drisse.	1	[illegible]
Écoutes.	2	[illegible]
Bras.	1	[illegible]
Pendeurs.	1	[illegible]
Balancine.	1	[illegible]
Cargue-points.	1	[illegible]
Cargues-fonds.	1	[illegible]
Bouline.	1	[illegible]
Batard de racage.	1	[illegible]
Gal-haubans.	2	[illegible]
Guindresse.	2	[illegible]

Grand mât.	Grosseur des manœuv. pou.	
Étai.	11	$\frac{1}{4}$
Faux-étai.	7	
Rides-étai.	3	
Rides de faux étai.	2	[illegible]
Hauban.	7	
Pendeurs.	7	
Rides-hauban.	3	[illegible]
Garant de Caïorne.	3	[illegible]
Idem, de palans doubles.	2	
Idem, de simples.	2	
Idem, de palans d'étai.	2	[illegible]
Idem, du guis du palan d'étai.	2	
Idem, du bredindin.	2	
Pendeur d'*idem*.	3	
Garant du guis d'*idem*.	1	[illegible]
Grande itague.	7	
Drisse.	3	[illegible]
Écoutes.	4	[illegible]
Bras.	2	
Pendeur d'*idem*.	3	[illegible]
Balancines à palan.	2	[illegible]
Idem, en double.	2	
Cargues-points.	2	[illegible]
Cargues-fonds.	1	[illegible]
Cargues-boulines.	1	[illegible]
Boulines.	2	[illegible]
Pattes d'*idem*.	3	
Trelingage.	1	[illegible]
Gambes de hune.	2	[illegible]
Batard de racage.	3	[illegible]
Callebas d'*idem*.	1	[illegible]
Marchepied.	2	[illegible]
Arraignée.	1	[illegible]
Amure.	6	[illegible]
Grand hunier.		
Étai.	5	[illegible]
Rides-étai.	2	[illegible]
Hauban.	3	[illegible]
Pendeurs.	3	[illegible]

pour le poids de la braſſe de ce cable. Cent braſſes en peſeront donc 5625 liv., ce qui fait à peu près 14 skiponds, poids de vivre,

	Groſſeur des manœuv. pou.	
Rides-hauban.	1	$\frac{3}{4}$
Palan de mât.	1	$\frac{1}{4}$
Itague double.	3	$\frac{1}{2}$
Idem, ſimple.	3	$\frac{1}{4}$
Fauſſe itague.	4	$\frac{1}{4}$
Galauban.	4	$\frac{1}{4}$
Écoutes.	5	$\frac{1}{4}$
Driſſe.	1	$\frac{3}{4}$
Fauſſe driſſe.	1	$\frac{3}{4}$
Guindreſſe à palan.	5	
Garant de palan.	2	
Bras.	2	
Pendeurs.	2	$\frac{1}{4}$
Balancine.	2	$\frac{1}{4}$
Cargues-points	2	
Cargues-fonds.	1	$\frac{3}{4}$
Cargues-boulines.	1	$\frac{3}{4}$
Boulines.	2	$\frac{1}{4}$
Pattes de boulines.	2	$\frac{1}{4}$
Palanquins de ris.	1	$\frac{1}{8}$
Itague d'*idem*.	2	$\frac{1}{4}$
Degorgeoirs ou ſaiſines d'*idem*.	1	$\frac{3}{4}$
Batard de racage.	2	
Marchepied.	1	$\frac{1}{4}$
Gambes.	1	$\frac{1}{8}$
Grand perroquet.		
Étai.	2	$\frac{1}{4}$
Rides.	1	
Itague.	2	$\frac{1}{8}$
Driſſe.	1	$\frac{3}{8}$
Hauban.	1	$\frac{1}{4}$
Rides.	1	$\frac{1}{8}$
Bras.	1	$\frac{1}{8}$
Pendeurs d'*idem*.	1	$\frac{1}{4}$
Balancines.	1	$\frac{1}{8}$
Cargues-points.	1	$\frac{1}{8}$
Écoutes.	2	$\frac{1}{4}$
Gal-haubans.	2	
Boulines.	1	
Batard de racage.	1	$\frac{1}{4}$
Mât de miſaine.		
Étai.	10	$\frac{1}{4}$
Rides d'*idem*.	3	
Faux étai.	6	$\frac{1}{4}$
Rides d'*idem*.	2	$\frac{1}{4}$
Colier de beaupré.	9	$\frac{1}{2}$
Faux colier.	6	$\frac{3}{4}$
Hauban.	6	$\frac{3}{8}$
Pendeurs.	6	$\frac{3}{8}$
Rides-hauban.	3	$\frac{1}{4}$
Garant de caïorne.	3	
Idem de candelette.	2	$\frac{1}{4}$
Itague de la vergue.	6	$\frac{1}{8}$
Driſſe à caïorne.	3	
Écoutes.	4	
Amures.	6	
Bras.	1	$\frac{3}{4}$
Pendeurs d'*idem*.	3	
Balancines à palan.	2	
Idem en double.	1	$\frac{3}{4}$
Cargues-points.	2	
Cargues-fonds.	1	$\frac{1}{8}$
Cargues-boulines.	1	$\frac{3}{8}$
Boulines.	2	$\frac{1}{8}$
Pattes de boulines.	2	$\frac{3}{8}$
Trelingage.	1	$\frac{3}{4}$
Batard de racage.	3	
Gambe de hune.	2	$\frac{1}{4}$
Callebas de racage.	1	$\frac{1}{8}$
Arraignée.	1	$\frac{3}{4}$
Petit hunier.		
Étai.	5	
Rides d'*idem*.	2	
Faux étai.	3	$\frac{1}{8}$
Rides d'*idem*.	1	$\frac{3}{8}$
Hauban.	3	$\frac{1}{4}$
Pendeurs.	3	$\frac{1}{4}$
Gal-haubans.	4	$\frac{1}{4}$
Rides.	1	$\frac{3}{4}$
Garans de palan.	1	$\frac{3}{4}$
Itague double.	3	$\frac{1}{4}$
Idem, ſimple.	3	
Fauſſe itague.	4	
Driſſe.	1	$\frac{3}{4}$
Guindreſſe à palan.	4	$\frac{3}{4}$
Garant du palan.	2	
Écoutes.	5	
Bras.	1	$\frac{3}{4}$
Pendeurs d'*idem*.	2	
Balancines.	2	
Cargues-points.	1	$\frac{3}{4}$
Cargues-fonds.	1	$\frac{1}{2}$

ou 17 skiponds, 10 lifponds, poids de fer.

Si le gréement manque entiérement, on peut fuppofer que le poids

	Groffeur des manœuv. pou.	
Cargues-boulines.	1	1/2
Boulines.	2	
Pattes d'*idem*.	2	
Palanquins de ris.	1	1/4
Itague d'*idem*.	2	
Dégorgeoirs ou faifines.	1	3/4
Batard de racage.	1	1/2
Marchepied.	1	3/4
Gambes.	1	1/4
Petit perroquet.		
Étai.	2	
Rides d'*idem*.	1	
Hauban.	1	1/2
Gal-haubans.	2	3/4
Rides.	1	1/2
Itague.	2	1/2
Driffe.	1	1/2
Bras.	1	1/4
Pendeurs d'*idem*.	1	1/2
Balancine.	1	1/2
Cargues-points.	1	1/2
Ecoutes.	2	
Bouline.	1	
Batard de racage.	1	1/4
Civadiere.		
Palan de bout.	1	3/4
Ecoutes.	1	1/2
Pendeurs d'*idem*.	2	1/2
Bras.	1	1/4
Pendeurs d'*idem*.	2	1/2
Balancines.	1	1/2
Cargues-points.	1	1/4
Cargues-fonds.	1	1/2
Mouftache.	2	1/2
Lieures de beaupré.	5	1/4
Contre-civadiere.		
Palan de bout.	1	1/2
Bras.	1	1/2
Balancines	1	1/2
Cargues.	1	1/4
Grand foc.		
Itagues.	3	1/2
Driffe.	1	1/2
Ecoutes.	3	1/4
Amure.	2	1/2
Faux foc.		
Itagues.	3	1/4

	Groffeur des manœuv. pou.	
Driffe.	1	1/2
Ecoutes.	3	3/4
Amure.	2	1/2
Petit foc.		
Driffe.	2	
Ecoutes.	3	
Amure.	2	1/2
Voile d'étai d'artimon.		
Driffe.	1	3/4
Ecoutes.	1	1/4
Amure.	1	1/4
Grande voile d'étai.		
Driffe	2	
Ecoutes.	2	3/4
Amure.	2	1/4
Voile d'étai du grand hunier.		
Driffe.	1	1/2
Ecoutes	1	1/2
Amure.	1	1/2
Idem, *d'entre-deux.*		
Driffe.	1	3/4
Ecoutes.	1	1/2
Amure.	1	1/2
Voile d'étai de perroquet.		
Driffe.	1	3/4
Ecoutes.	1	1/4
Amure.	1	1/4
Diablotin.		
Driffe.	1	3/4
Ecoutes.	1	1/4
Amures.	1	1/4
Bonnettes baffes.		
Driffe de grande vergue.	2	
Idem, de mifaine.	2	
Grande écoute.	2	1/4
Idem, de mifaine.	2	1/4
Grande bouline.	2	
Idem, de mifaine.	2	
Grande amure.	2	1/4
Idem, de mifaine.	2	1/4
Balancines d'arboutant.	2	1/4
Bonnettes hautes.		
Driffe du grand hunier.	2	3/4
Idem du petit.	2	
Ecoutes du grand hunier.	2	1/4
Idem, du petit.	2	
Amure du grand hunier.	2	1/4

du tout *, pour un Vaiſſeau Frégaté à trois mâts, eſt égal à ſon port en laſtes, diviſé par 1,88; mais pour une Barque qui a moins de grécment, par rapport à la charge qu'elle peut porter, on diviſera par 1,98. A l'égard des Quaiche, Galéaſſe, Houcre-yacht, le diviſeur doit être 2,5 : ceci donne une exactitude ſuffiſante pour l'objet qu'on ſe propoſe.

	Groſſeur des manœuv. pou.
Amure du petit hunier.	2
Boulines de chacune.	1 ¼
Ecoutes du grand hunier.	2
Idem, du petit.	1 ¾
Bonnettes de perroquet.	
Driſſe, écoutes & amure de chaque.	1
Différentes manœuvres.	
Le maitre cable.	15
Celui d'affourche.	14
Gros grêlin.	7
Moyen *idem*.	6 ½
Grand orin.	6
Petit orin.	3 ¾
Tourne-vire.	6 ½
Boſſe de bout.	6 ¾
Garant de capon.	3 ¼
Sauve-garde de gouvernail.	4 ½
Sous-barbe.	3 ½
Rides.	1 ¼
Palans à fouet & à croc.	2
Idem, de chaloupe à caiorne & de bout de vergue.	2

	Groſſeur des manœuv. pou.
Palan d'amure.	1 ¾
Idem, de roulage.	3 ¼
Remorque de chaloupe.	5 ½
Cablot d'*idem*.	3 ¼
Idem, du grand canot.	2 ½
Idem, du petit.	2
Surpente.	7
Filin de chatte	4

Le poids des ancres, eſt la moitié de celui de leurs cables reſpectifs.

Le poids de la garniture en poulies, y compris celles des canons, eſt comme il ſuit :

Vaiſſ. de 116 can.	49949 liv.	Frég. de 30 can.	15434 liv.
80 . .	38939	24 . .	12066
74 . .	37624	Corv. de 18 . .	7933
64 . .	33017	12 . .	6800
50 . .	25015	grande Gabare	6800

Pour tous Bâtimens Marchands, la garniture en poulies peut peſer autant de livres, qu'ils déplacent de tonneaux.

On en peut eſtimer la hauteur du centre de gravité, pour tous Bâtimens, entre la grande hune & la ligne droite du plat-bord.

* *Le poids du tout* . . C'eſt apparemment le poids du Vaiſſeau avec ſes agrès, apparaux, armemens, vivres & équipage; car une Barque de 200 laſtes, ladite charge peſant comme 18200 pieds cubes d'eau de mer, déplace 29035 pieds cubes (p. 79, lig. 5) en dehors des membres, & environ 30433 pieds en dehors des bordages. S'il n'étoit ici queſtion que du poids des agrès, apparaux, armemens, vivres & équipage, ces objets peſeroient $\frac{18200}{1,98}$ $= 9191$; d'où la charge & les agrès $= 18200 + 9191 = 27391$; cette quantité ſouſtraite du déplacement 30433, il ne reſteroit pour le poids de coque que 3042. ou moins du dixieme du déplacement. Mais ſi c'eſt le poids du Vaiſſeau armé, excepté ſeulement la charge, que M. *de Chapman* entend par *le poids du tout*, le diviſeur 1,98 ne convient pas encore; il faudroit diviſer la charge par 1,5 ; c'eſt-à-dire, que ce poids du Vaiſſeau $= \frac{18200}{1,5} =$ $\frac{2}{3}$ 18200 $= 12133\frac{1}{3}$: en effet, $12133 + 18200 = 30433$, quantité du déplacement : où il eſt bon de remarquer que le poids du Vaiſſeau armé ſe trouve être les $\frac{2}{3}$ de la charge, ou les $\frac{2}{5}$ du déplacement, ce qui peut être vrai pour les Bâtimens qui n'ont point ou que peu de canons, & qui ne ſont pas très-forts d'échantillon.

Pour

Pour se procurer le poids des voiles *, il faut d'abord connoître quelles sont les especes de toiles dont on se sert, pour les grands & petits Bâtimens.

Grandeur des Bâtimens en lastes.	400	200	100	50	25
Grande voile & misaine. . .	AA	AA	A	B	B
Les deux huniers.	A	A	B	C	T : D
Perroquet	T : D	T : D	T : D		
Artimon.	AA	AA	A	B	
Perroquet de fougue.	C	C	T : D	T : D	
Bonnettes.	T : D	T : D	H : D	H : D	
Petit foc.	AA	AA	A	B	B
Voile d'étai d'artimon, & grande voile d'étai. . . .	A	A	B	C	
Voile d'étai de hune.	C	C	T : D	T : D	
	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.
Épaisseur des ralingues. { Grande voile & mis. .	4 ½ - 4 ¼	4 - 3 ¾	3 ½ - 3 ¼	3 - 2 ¾	
Épaisseur des ralingues. { Grand & petit hunier.	4 ¼ - 4	3 ¾ - 3 ½	3 ¼ - 3	2 ¾ - 2 ½	

T:D signifie *toile de tente*, & H:D toile de *Halsingue* ou *Halsingue-duc*.

---

* Voici les mêmes renseignemens sur cet objet, suivant l'usage de nos Ports.

VOILES.	Premier Rang.	Second Rang.	Troisieme Rang.	Quatrieme rang, y compris les Frégates de 26 canons, & Bâtimens jusqu'à 400 tonneaux.	Corvettes & autres Bâtimens au-dessous de 400 tonneaux.
Grande voile & misaine.	3 f. p$^{re.}$	3 f. p$^{re.}$	3 f. 2$^{e.}$	2 f.	MD
Hunier.	2 f. p$^{re.}$	2 f. p$^{re.}$	2 f. 2$^{e.}$	MD	MS
Perroquet.	MD p$^{re.}$	MD p$^{re.}$	MD 2$^{e.}$	MS	MS
Artimon.	2 f. p$^{re.}$	2 f. p$^{re.}$	2 f. 2$^{e.}$	MD 2$^{e.}$	MS
Perroquet de fougue. . .	2 f. 2$^{e.}$	2 f. 2$^{e.}$	MD p$^{re.}$	MD 2$^{e.}$	MS
Voile d'étai d'artimon, grande voile d'étai & grand foc.	MD p$^{re.}$	MD 2$^{e.}$	MD 2$^{e.}$	MD *ou* MS	MS
Civadiere.	2 f. p$^{re.}$	2 f. p$^{re.}$	2 f. 2$^{e.}$	MD p$^{re.}$	MS
Petit foc, voile d'étai haute.	MS	MS	MS	MS	MS

	Especes de toile.	Longueur de la piece.	Largeur.	Pesanteur de toute la piece.	Pesant. d'une aune quarrée.
Toile de Stockholm.	A A	56 * aunes.	5 quarts.	57 livres.	0,814 liv
	A	56	5	52	0,743
	B	56	5	47	0,672
	C	56	5	42	0,597
	T : D	72	4	40	0,555

Quand la hauteur & les largeurs d'une voile sont connues, on trouve suivant le paragraphe 21, leur aire en aunes quarrées : on multiplie cette aire par le poids de l'aune quarrée ; ajoutant à ce produit le poids de la ralingue, on aura celui de la voile.

Lorsque de cette maniere, on aura trouvé le poids de tout ce qui manque à bord du Vaisseau, il faudra le soustraire de la quantité de lastes que le jaugeage a données ; le reste sera le véritable port du Vaisseau.

Les ralingues peuvent avoir de grosseur, à peu près, la moitié en sus de celle des boulines.

3 f. p[re], 3 f. 2[e], signifient 3 fils, premiere & seconde qualité : 2 f. p[re], 2 f. 2[e] ; 2 fils premiere & seconde qualité : MD, mêlis double ; MS, mêlis simple. Pour les Vaisseaux du Roi, ce sont des toiles des Manufactures Royales. Les Vaisseaux de commerce dans les Ports du Ponant, emploient ordinairement des toiles de Rennes, de Dinan & de Locronan ; & comme ces toiles ne sont pas d'un brin aussi pur, on les fait plus fortes en matiere, ensorte que la voilure des Bâtimens marchands peut peser, à proportion de sa grandeur, autant que celle des Frégates du Roi.

Especes des toiles.	Longueur de la piece.	Largeur de la piece.	Poids de la piece.	Poids du pieds quarré.
3 f. p[re].	48 aunes	21 pouces.	76 livres.	0,247 liv.
3 f. 2[e].	48	21	70	0,228
2 f. p[re].	48	21	66	0,215
2 f. 2[e].	48	21	60	0,195
MD p[re].	50	21	55	0,172
MD 2[e].	50	21	50	0,157
M S p[re].	52	24	46	0,121
M S 2[e].	52	24	43	0,113

Nous avons supposé que l'aune est de 44 pouces ; elle est exactement de 43 pouces 8 lig.

* L'aune de Suede, est 2 pieds Suédois.

Mais pour abréger l'opération du jaugeage, le Jaugeur doit être pourvu d'une table contenant ces calculs tous faits, arrangés de maniere, qu'au premier coup d'œil, il puisse voir le poids de ce qui manque.

§ 42.

Du Chargement du Vaisseau, ou de la maniere de trouver combien un Bâtiment peut charger d'une certaine espece de marchandise; ou bien, s'il est chargé, combien il en a pu prendre.

Quand un Vaisseau doit charger telles ou telles marchandises, il faut savoir la quantité qu'il en peut prendre, & pour cela avoir différentes connoissances à ce sujet; par exemple: que 15 tonneaux de goudron de Finland, 17 tonneaux de brai, 15 tonneaux de de sel de Gagliarie, 16 tonneaux $\frac{1}{2}$ de sel de Saint-Hub *, pesent à peu près une laste forte: que 3 tonneaux $\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{3}$ de sel font un salme **, & 4 tonneaux $\frac{1}{2}$ un moj ***: un peu plus un peu moins, car cela varie. Une laste forte de brai ou de goudron occupe un espace de 144 pieds cubiques.

Par la table suivante, on voit combien il faut de douzaines de planches de sap de différentes dimensions, pour faire une laste forte; quand elles ne sont pas trop vertes.

Largeur en pouces.	Longueur en aunes.	Epaisseur des planches en pouces.				
		1 pouce.	1 pouce $\frac{1}{4}$	1 pouce $\frac{1}{2}$	1 pouce $\frac{3}{4}$	2 pouces.
8	6	18 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$
	7	15 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{2}{3}$	10 $\frac{1}{2}$	9	8
9	6	16 $\frac{1}{3}$	13 $\frac{1}{6}$	11	9 $\frac{1}{3}$	8 $\frac{1}{6}$
	7	14	11 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{2}{9}$	8	7
10	6	14 $\frac{5}{6}$	11 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{5}{6}$	8 $\frac{1}{3}$	7 $\frac{1}{2}$
	7	12 $\frac{2}{3}$	10 $\frac{1}{6}$	8 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{1}{3}$
11	6	13 $\frac{1}{3}$	10 $\frac{3}{4}$	9	7 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{2}{3}$
	7	11 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{6}$	7 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{7}{12}$	5 $\frac{3}{4}$
12	6	12 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{5}{6}$	8 $\frac{1}{6}$	7	6 $\frac{1}{6}$
	7	10 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	7	6	5 $\frac{1}{4}$

* Portugal.

** Mesure de Sardaigne.

*** Mesure Portugaise.

Voici comme on doit se servir de cette table:

On demande combien il faut de douzaines de planches d'un pouce $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, de 10 pouces de largeur, & de 7 aunes de longueur, pour faire une laste forte: dans la colonne d'un pouce & demi, à l'alignement de 7 aunes, qui appartient à 10 pouces, on trouve 8 $\frac{1}{2}$: c'est la quantité de douzaines de planches qu'il faut pour faire une laste forte. Ce nombre de planches occupe un espace de 148 pieds cubiques.

Quand les planches sont vertes, elles peuvent aller jusqu'à huit pour cent de plus, en pesanteur, mais jamais davantage. Une laste forte de cette espece de planches très-vertes, occupe un espace de 137 p. cub.

Pour voir l'utilité de ces connoissances:

Supposons un Vaisseau de retour avec un chargement de sel: on releve ses tirans-d'eau ainsi chargé. On trouve, après qu'il a été déchargé, qu'il a porté 5157 tonneaux de sel Cagliarie: divisant cette quantité par 15 $\frac{1}{6}$, le quotient sera 340, qui est le port du Vaisseau en lastes fortes. Par conséquent, rechargeant ce Bâtiment au même tirant-d'eau, il portera un poids de 340 lastes fortes.

Mais si le Navire doit être chargé de marchandises tellement volumineuses, par rapport à leur poids, que le Vaisseau soit plein, avant qu'il ait calé jusqu'à sa flottaison déterminée, il faut alors connoître la capacité du Vaisseau de dedans en dedans.

Il faut donc avoir l'espace de la cale en pieds cubiques, que l'on trouve par la méthode suivante.

Lorsqu'un Vaisseau doit être chargé de marchandises spécifiquement légeres, il est nécessaire, pour la stabilité, d'y embarquer du lest de fer, de gravier, de sable ou de quelque chose de pareil: le lest étant applani horisontalement ou parallélement au pont, on mesure la cale trois fois, en trois différens endroits *, c'est-à-dire,

---

* C'est, je crois, la méthode à laquelle il est bon de s'en tenir, pour jauger les Bâtimens dont la cale est parée, en tonneaux de 42 pieds cubiques, vu, que si les négligences sont contre le Freteur, comme je l'ai déjà dit, le diviseur est fort à son avantage; mais comme il faut que tout l'espace lui soit payé, quand même la nature des marchandises l'obligeroit à embarquer du lest, il faut prendre les largeurs du fonds, au niveau du dessus de la carlingue.

Pour abreger le calcul, ayant les neuf largeurs à distances égales entr'elles, tant suivant la longueur, que selon la profondeur, on prend le quart des largeurs extrêmes, & la moitié de celle du milieu pour les plans supérieurs & inférieurs; la moitié des largeurs extrêmes, & la largeur entiere du milieu pour le plan intermédiaire. On fait une somme de ces quantités,

que l'on prend trois largeurs ou ordonnées par le centre du mât d'artimon; trois autres, quelques pieds en arriere du mât de misaine; trois autres enfin, au milieu de la distance, entre ces deux coupes. Ces trois largeurs, dans chaque coupe, se prennent immédiatement sous le pont, sur le lest, & à la moitié de la distance entre le lest & le pont.

On a donc trois largeurs dans trois coupes ou sections de la cale. L'aire de chacune de ces coupes, se trouve en ajoutant la moitié des largeurs prises sous le pont & sur le lest à la largeur intermédiaire, & multipliant cette somme par la moitié de la distance du pont au lest.

On se procure la capacité en pieds cubiques, en ajoutant la moitié de l'aire des coupes de l'avant & de l'arriere, à l'aire de la coupe intermédiaire, & en multipliant cette somme par la moitié de la distance entre les deux coupes extrêmes.

Il faut y joindre les parties comprises entre ces coupes extrêmes & l'étambot & l'étrave.

Regardant ces espaces comme des paroboloïdes, on multipliera * l'aire de chaque coupe extrême, respectivement par la moitié de leur distance à l'étrave & l'étambot, ce qui en donnera la capacité.

De la somme de ces trois quantités, on soustraira l'archipompe, & on aura la capacité de la cale en pieds cubiques.

Il faut aussi multiplier les espaces de l'entre-pont, où il doit être embarqué des marchandises.

On divise la somme de ces différens espaces, par la quantité de pieds cubiques de la marchandise, qu'il faut pour faire une laste forte.

Par exemple : il est question de charger un Vaisseau : le lest est applani de maniere qu'il reste 12 pieds de hauteur de cale de dessous barrot, sur ce lest. Les mesures doivent se prendre en trois endroits ;

---

que l'on multiplie par le produit des distances entre les opérations suivant la longueur & la profondeur. Que a, b, c soient les trois largeurs vers le mât d'artimon ; A, B, C celles prises au milieu; α, β, γ celles vers le mât de misaine p la moitié du creux de dessous barrots sur carlingue, ou la distance entre les ordonnées : suivant la profondeur ; L la moitié de la distance entre les deux opérations extrêmes, ou la distance d'une des opérations extrêmes à celle du milieu : la solidité de cette partie de la carene, sera

$$\left(\tfrac{1}{4}a + \tfrac{1}{2}b + \tfrac{1}{4}c + \tfrac{1}{2}A + B + \tfrac{1}{2}C + \tfrac{1}{4}\alpha + \tfrac{1}{2}\beta + \tfrac{1}{4}\gamma\right) \times p \times L.$$

* Méch. 104.

de l'arriere, au mât d'artimon; de l'avant, à trois ou quatre pieds en arriere du mât de misaine; & au milieu juste de la distance, entre ces deux coupes.

Supposons donc qu'à la coupe de l'arriere, la largeur sous le pont soit $= 27 \frac{1}{2}$ pieds, celle sur le lest $= 3$ pieds; celle intermédiaire (à 6 pieds de dessous les baux) $= 19 \frac{1}{2}$: la moitié de $27 \frac{1}{2} = 13 \frac{3}{4}$; la moitié de $3 = 1 \frac{1}{2}$: & $13 \frac{3}{4} + 19 \frac{1}{2} + 1 \frac{1}{2} = 34 \frac{3}{4}$, qui, multipliés par 6 (demi-hauteur de la cale) donneront pour produit $208 \frac{1}{2}$ pieds quarrés, qui est l'aire de cette coupe.

Qu'à la coupe du milieu, la largeur sous le pont soit $= 30 \frac{1}{2}$; celle sur le lest $= 18 \frac{1}{2}$; celle intermédiaire $= 29$ pieds: la moitié de $30 \frac{1}{2} = 15 \frac{1}{4}$; la moitié de $18 \frac{1}{2} = 9 \frac{1}{4}$: & $15 \frac{1}{4} + 29 + 9 \frac{1}{4} = 53 \frac{1}{2}$, qui, multipliés par $6 = 321$ pieds quarrés, aire de la section du milieu.

Qu'enfin, à la coupe de l'avant, la largeur sous le pont soit $= 29 \frac{1}{2}$; celle sur le lest $= 5$ pieds; celle intermédiaire $= 25 \frac{1}{2}$: la moitié de $29 \frac{1}{2} = 14 \frac{3}{4}$; la moitié de $5 = 2 \frac{1}{2}$: & $14 \frac{3}{4} + 25 \frac{1}{2} + 2 \frac{1}{2} = 42 \frac{3}{4}$, qui, multipliés par $6 = 256 \frac{1}{2}$ pieds quarrés, aire de la coupe de l'avant.

Pour delà parvenir à avoir la capacité en pieds cubiques, prenez la moitié de $208 \frac{1}{2} = 104 \frac{1}{4}$; la moitié de $256 \frac{1}{2} = 128 \frac{1}{4}$: & on aura $104 \frac{1}{4} + 321 + 128 \frac{1}{4} = 553 \frac{1}{2}$. Que la distance entre les coupes de l'avant & de l'arriere soit $= 87$ pieds, dont la moitié $= 43 \frac{1}{2}$: multipliant $43 \frac{1}{2}$ par $553 \frac{1}{2}$, on aura pour produit $24077 \frac{1}{4}$ pieds cubiques, pour la partie de la cale, entre les deux coupes extrêmes.

Que la distance de la coupe de l'arriere, jusques tout-à-fait de l'arriere (jusqu'à l'alonge de marsouin) $= 18$ pieds, dont la moitié $= 9$: multipliant 9 par l'aire de cette coupe $= 208 \frac{1}{2}$, on aura pour produit $1876 \frac{1}{2}$ pieds cubiques, espace en arriere du mât d'artimon.

Que la distance de la coupe de l'avant, jusques tout-à-fait de l'avant $= 16$ pieds, dont la moitié $= 8$ pieds: multipliant 8 par l'aire de cette coupe $= 256 \frac{1}{2}$, on aura pour produit 2052 pieds cubiques; espace de l'avant vers le mât de misaine.

Ajoutant $24077 \frac{1}{4}$, $1876 \frac{1}{2}$ & 2052, on a $28005 \frac{3}{4}$ pieds cubiques.

Que l'archipompe ait 5 pieds dans un sens, 4 dans l'autre, sur 12 pieds de hauteur; sa capacité sera $5 \times 4 \times 12 = 240$ pieds cubiques, qui, soustraits de $28005 \frac{3}{4}$, le reste sera $27765 \frac{3}{4}$, pour la capacité de la cale.

Il ne faut d'ailleurs rien souftraire pour les courbes du pont, puisque même une partie du chargement peut être placée entre les baux, si ce sont de certains objets, comme planches, &c.

Si la partie du chargement qui doit être placée en entre-pont, peut y occuper une longueur de 60 pieds; que l'entre-pont ait une hauteur de $5\frac{3}{4}$ pieds; que sa largeur d'un bord à l'autre, prise en dedans des courbes = 28 pieds: alors $60 \times 5\frac{3}{4} \times 28 = 9660$ pieds cubiques, qui, ajoutés à $27765\frac{1}{4}$ pieds cubiques, fera $37425\frac{1}{4}$ pieds cubiques, pour tout l'espace que le chargement doit occuper dans le Vaisseau.

Si le Navire doit se charger de planches, on divisera cette quantité par 148 ou 137, selon que les planches seront seches ou vertes: dans le premier cas, le quotient seroit $= 252\frac{129}{148}$, & dans le second $= 273\frac{24}{137}$ lastes fortes. Ainsi, le Bâtiment, par rapport à sa capacité, peut charger une quantité pesante de planches = 252 ou = 273 lastes fortes, suivant l'état où elles se trouvent. Mais il nous reste à voir si le Vaisseau peut porter cette charge, sans caler plus que jusqu'à sa ligne de flottaison déterminée.

Supposons que le Bâtiment ayant son lest, mais avant que de prendre sa cargaison, ait à caler, pour être en charge, 5 pieds $\frac{3}{4}$ de l'arriere, & 8 pieds $\frac{1}{4}$ de l'avant, de façon que l'épaisseur moyenne de la tranche qui doit enfoncer dans l'eau par la charge = 7 pieds.

Que la longueur du Navire soit = 134 pieds, sa largeur = 34 pieds: alors, selon le paragraphe précédent, le nombre de lastes fortes qu'il peut porter $= \frac{134 \times 34 \times 7}{110} = 290$.

Maintenant, si les planches qu'on doit embarquer sont d'un bois verd, elles peseront 273 lastes fortes; le Vaisseau ne caleroit donc qu'à proportion de ce poids, pour lequel l'enfoncement dans l'eau, doit être $= \frac{273 \times 110}{134 \times 34} = 6$ pieds $\frac{3}{4}$: ainsi il tireroit un quart de pied de moins d'eau, qu'à sa flottaison déterminée.

Si la cargaison consistoit en planches de bois sec, on trouveroit de la même maniere, qu'elle ne feroit caler le Vaisseau que de 6 pieds $\frac{1}{4}$, c'est-à-dire, de $\frac{3}{4}$ de pied de moins que sa flottaison.

Lorsque l'on veut savoir la quantité de douzaines de planches que le Vaisseau peut charger, il en faut d'abord connoître la nature.

Supposons que la cargaison que doit prendre le Bâtiment, consiste

en quatre especes de planches, nombre égal de chacune, toutes de 2 pouces d'épaisseur: une sorte de 6 aunes de longueur & 10 pouces de largeur, dont il aille 7 douzaines $\frac{1}{3}$ à la laste; la seconde sorte de 7 aunes de longueur, de 10 pouces de largeur, de 6 douzaines $\frac{1}{3}$ à la laste; la troisieme de 7 aunes de longueur, de 11 pouces de largeur, & de 5 douzaines $\frac{3}{4}$ à la laste; la quatrieme de 7 aunes de longueur, de 12 pouces de largeur, & de 5 douzaines $\frac{1}{4}$ à la laste.

On aura le nombre de douzaines de planches de chaque espece, en divisant 253 lastes par $\frac{1}{7\frac{1}{3}} + \frac{1}{6\frac{1}{3}} + \frac{1}{5\frac{3}{4}} + \frac{1}{5\frac{1}{4}}$, qui, réduit à une expression plus simple $= \frac{3}{22} + \frac{3}{19} + \frac{4}{23} + \frac{4}{21}$, & en une seule fract. $= \frac{132977}{201894}$. Le quotient de 253, divisé par cette derniere fraction $= 384$, qui est le nombre de douzaines de planches de chaque espece; & par conséquent, tout le chargement sera $= 1536$ douzaines de planches, tant bois sec que bois verd.

Si le Vaisseau doit charger du goudron, on divisera 37425 $\frac{3}{4}$ par 144; & multipliant par 15, on aura 3898 pour la quantité de cette marchandise en tonneaux, que le Bâtiment pourra contenir.

Mais pour les chargemens en futailles, on ne peut pas toujours compter sur cette façon de calculer; parce que pour le peu que la hauteur de la cale se trouve trop petite pour y placer une piece, on perd tout un plan, & si la même chose arrive en entre-pont, l'erreur pourroit aller à 16 pour cent.

Si le Vaisseau est chargé de plusieurs especes de marchandises, pour connoître la quantité de marchandises qu'on y a réellement embarqué, ayant pris le tirant-d'eau avant qu'on eût commencé le chargement, on remarque de combien il a fait caler le Navire: ayant donc cette hauteur, ainsi que la longueur & la largeur du Bâtiment, on opere comme ci-devant, & on a un nombre de lastes égal au poids des marchandises. Si c'étoit tout brai ou goudron, multipliant cette quantité de lastes par 17 ou 15, on en auroit le nombre de tonneaux.

On peut de la même maniere, au moyen des tirans-d'eau, voir de tems à autre, de combien le Vaisseau est déchargé.

§ 43.

Nous venons de donner le poids de plusieurs marchandises de cargaison

cargaiſon; nous allons donner encore celui de pluſieurs autres, ainſi que quelques inſtructions néceſſaires lorſqu'on a le plan de certaines eſpeces de Bâtimens à dreſſer, & qui peuvent guider dans la diſtribution des emménagemens.

Poids du pied cubique (livre de vivres) des objets ſuivans.*			
Plomb.	672	Biſcuit.	26
Fer forgé.	475	Froment.	44,5
Fer coulé	440	Seigle de Finlande.	42,6
Sable de goudron.	83	Seigle étuvé.	40,25
Tuile.	116	Orge.	39,5
Chaux.	42	Gruau d'orge.	36,18
Eau de mer.	63	Avoine.	31
Eau douce.	61	Gruau d'avoine.	30
Bois de chêne.	53	Dreche.	28,9
Sapin.	38	Pois.	52,25

* Pour réduire les quantités ci-deſſous, poids de Suéde, du pied cubique de ce Royaume; en livres, poids de marc, du pied cubique, pieds de Roi, il faut multiplier ces quantités par $\frac{2261 \times 0.8638}{1728} = 1,1302$; par exemple: le pied cubique d'eau de mer eſt 63 livres; 63 livres $\times$ 1,1302 = 71,2026 livres, poids de marc du pied cubique, pied de Roi. M. *Duhamel* l'a trouvé (*page* XXXIX *de la Préface de ſon Architecture Navale*) de 71 liv. 5 onc. 7 gros, ou 71,375, qui eſt une quantité un peu plus forte que celle de M. de *Chapman*: cependant nous l'eſtimons aſſez communément à 72 livres, & quelques Conſtructeurs à 74: cette derniere quantité eſt trop forte, ſuivant tous les Phyſiciens. Eſtimant que le tonneau d'eau de mer de 2000 livres occupe un eſpace de 28 pieds, chaque pied ſe trouve de 71,43 livres, & je m'en tiendrois à ce rapport.

Poids du pied cubique de quelques autres objets, meſure & poids de France.			
Vin.	69 liv. $\frac{1}{2}$	Poudre à canon.	55 liv.
Vinaigre.	71	Huile d'olive.	63 $\frac{1}{3}$
Eau douce.	69 $\frac{2}{3}$	Biſcuit.	23

Suivant M. de *Chapman*, le pied cubique de biſcuit, réduit à nos poids & meſures, peſe 29 liv.: effectivement les ſoutes que nous faiſons ſur le pied de 23 livres, ſe trouvent toujours trop ſpacieuſes.

Poids du tonneau (en lisponds, poids de vivres) des objets ci-dessous.*			
Sel de Cagliarie.	19	Brai de courone. Brut. . . .	16,9
Sel de Saint Ubes. . . .	$17\frac{1}{2}$	Net. . . .	15,4
Bœuf salé.	15	Goudroo de Finlande. Brut. . .	19,2
Harengs . . . de	15 à 18	Net. . . .	14,8
Farine de seigle.	12		

*Dimensions des futailles en pieds & pouces**.*

	De dehors en dehors. Longueur totale.	Diametre au milieu.		De dehors en dehors. Longueur totale.	Diametre au milieu.
Pieces de 300 kans. .	4 7	3 6	Vin de Bx. en doub. fût.	3 5	2 8
Bariques de 72 kans. .	2 9	2 2	Piece d'eau-de-vie de 3 bariq. de Bordeaux.	4 1	3
Baril d'un quintal de poudre.	2 1	1 6	Piece de tabac de Virginie en contenant à peu près 1200 liv. . .	4	3
Barique de goudron.	2 8	1 11			
Futaille de bœuf, harengs, farine & brai.	2 6	1 10	Piece de sucre, en conten. à peu près 1700 l.	4 6	3 4
Vin de Bordeaux. . .	$3\ 1\frac{1}{2}$	2 4			

* Pour réduire les quantités ci-dessous de lisponds de 20 liv. de Suede, pour le tonneau de 5,6 pieds aussi Suédois, en quantité de livres, poids de marc, pour chaque pied cube de France, il faut multiplier lesdites quantités ci-dessous par $1{,}1302 \times \frac{20}{5.6} = 4{,}04$. Par exemple : le tonneau de farine de seigle pese 12 lisponds; $12 \times 4{,}04 = 48{,}48$ livres, poids de marc, pour le pied cube, pied de Roi.

** Renseignemens sur le même objet, suivant notre usage.

Pieces cerclées en fer.	Dimensions extérieures: Longueur.	Diametre au bouge.	Diametre au bout.	Poids de la piece.	Contenance en piotes de 48 pouces cub.
De 4 bariques.	4 7 0	3 4 6	2 11 6	379 liv.	1040 pintes.
De 3 *idem*	4 5 0	2 11 0	2 6 0	292	780
De 2 *idem*.	4 1 0	2 6 0	2 2 0	242	520
Barique.	2 11 0	2 2 0	1 11 0	120	260
Demi-barique.	2 4 0	1 9 0	1 6 0	61	130
Barique de Bordeaux. . . .	2 9 4	2 1 3	1 10 10	86	232
Dimensions intérieures.	2 4 0	1 11 9	1 9 3		

Espaces qu'occupent les marchandises suivantes en pieds & pouces.	Longueur	Largeur.	Hauteur.
Une balle de chanvre de Petersbourg, de 5 $\frac{1}{2}$ skip.	8	4 6	4
Balle de coton de Smirne, de 300 à 320 liv. . .	7	2 10	2
Caisse de thé entiere.	2 11	2 5	2
Quart de caisse de 60 cattjes.	1 11	1 5	1 8
Dito . . . de 25 *dito*.	1 5	1 1	1 3
Dito . . . de 10 *dito*.	1 1	0 10	0 11
Caisse de porcelaine.	3 4	2 6	1 8

Une laste forte de chanvre, occupe, à peu près, un espace de 340 pieds cubiques, & celle de coton, 640 pieds cubiques.

Le bois de corde de bouilleau de Finlande, est coupé à 6 quarts d'aune de longueur, & cette corde a quatre aunes de longueur & trois aunes de hauteur; elle pese à peu près 3 skiponds, poids de vivres.

Une brique de Stockholm de 12 pouces sur 6 pouces & 3 pouces, pese entre 14 & 15 livres, & les 8 font le pied cubique.

Ces marchandises n'ont pas toujours précisément le même poids; elles varient suivant leur qualité, de maniere qu'elles pesent, tantôt plus, tantôt moins.

Un tonneau pour les denrées seches = 5,6 pieds cubiques : 56 kans au tonneau, & 32 kappars aussi au tonneau.

Un tonneau pour les denrées liquides, contient 48 kans; 8 quarts pour chaque kan.

Barils de poudre.	Dimensions extérieures.		
	Longueur.	Diametre au bouge.	Diametre au bout.
De 100 livres.	1 11 0	1 3 6	
De 50	1 6 0	1 0 0	
De 25.	1 2 0	0 9 6	
Quarts de farine.	2 3 0	1 7 0	1 5 0

(*Nota.*) La pinte que nous supposons de 48 pouces cubiq., est exactement de 47,285 pou.

(*Nota.*) La demi-barique s'appelle communément quart, comme les deux tiers de barique s'appellent tierçon, parce qu'on les rapporte à la piece de deux bariques.

Une lafte forte = 18 skiponds, poids de fer ; 5 skiponds poids de fer = 4 skiponds, poids de vivres ; 20 lifponds font un skipond ; 20 livres font un lifpond ; 16 onces font une livre, 32 lods font auffi une livre.

Mille livres, poids de Suede = 863,8 livres, poids de France, (poids de marc) = 932,4 livres, poids d'Angleterre.

Cent laftes fortes Suédoifes = 248 $\frac{4}{5}$ tonneaux de France = 239 $\frac{3}{4}$ tons Anglois.

Un pied Anglois = 12 $\frac{5}{16}$ pouces Suédois.
Un pied François = 13 $\frac{1}{8}$ *idem.*
Un pied Hollandois = 11 $\frac{9}{20}$ *idem.*
Un pied Hambourgeois = 11 $\frac{11}{20}$ *idem.*

Le pik dont on fe fert à Conftantinople = 34 $\frac{1}{4}$ pouces Suédois.

Diametre ou calibre des canons en pouces, à peu près.			
24 = 6 pou. $\frac{1}{4}$	18 = 5 pou. $\frac{11}{16}$	12 = 5 pou.	8 = 4 pou. $\frac{3}{8}$
6 = 3 $\frac{15}{16}$	4 = 3 $\frac{7}{16}$	3 = 3 $\frac{1}{8}$	2 = 2 $\frac{1}{4}$

Long. des pieces courtes { pour le boulet = 3 $\frac{1}{2}$ diametres du boulet.
pour la balle de plomb = 4 diam. de la bal.

Poids que pefe un pied de longueur de fer des efpeces fuivantes, en poids de vivres.							
Epaiffeur. du fer.	Quarré.	Octogone.	Rond.	Epaiffeur du fer.	Quarré.	Octogone.	Rond.
3 pou.	29,45 liv.	24,27 liv.	23,14 liv.	1 pou. $\frac{1}{4}$	5,11 liv.	4,14 liv.	4,02 liv.
2 $\frac{1}{2}$	20,45	16,85	16,07	1 $\frac{1}{8}$	4,14	3,41	3,25
2 $\frac{1}{4}$	16,56	13,65	13,02	1	3,27	2,70	2,57
2	13,09	10,79	10,29	$\frac{7}{8}$	2,51	2,06	1,97
1 $\frac{7}{8}$	11,50	9,48	9,04	$\frac{3}{4}$	1,84	1,52	1,45
1 $\frac{3}{4}$	10,02	8,26	7,87	$\frac{5}{8}$	1,28	1,05	1,00
1 $\frac{5}{8}$	8,64	7,12	6,79	$\frac{1}{2}$	0,81	0,67	0,64
1 $\frac{1}{2}$	7,36	6,07	5,78	$\frac{3}{8}$	0,46	0,38	0,36
1 $\frac{3}{8}$	6,19	5,10	4,86	$\frac{1}{4}$	0,20	0,17	0,16

Suivant cette Table, un pied d'une barre de fer quarré de 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, pese 4,14 livres; si cette barre est octogone, il pesera 3,41 livres, & si elle étoit ronde, 3 $\frac{1}{4}$ liv.; poids de vivres.

D'après l'Ordonnance de 1759, touchant la ration des Matelots * à bord des Vaisseaux marchands, chaque homme a par mois ou pour 30 jours :

Gruau.	23 $\frac{1}{2}$	quarts.
Pois.	45	*idem.*
Morue.	8 $\frac{1}{2}$	livres.
Bœuf salé.	13	*idem.*
ou lard salé.	8 $\frac{1}{2}$	*idem.*
Biscuit	21 $\frac{1}{2}$	*idem.*
Beurre.	4 $\frac{1}{3}$	*idem.*
Mais le beurre manquant, huile.	4 $\frac{1}{2}$	quarts.
Vinaigre.	2 $\frac{3}{4}$	*idem.*

* Renseignemens sur le même objet, d'après nos Réglemens, pour les Bâtimens du Roi.

Pour chaque hom.	Pendant les 35 premiers jours.	Pendant les 25 jours suivans.	Pendant les 30 jours suivans.	Tot. pour les 3 prem. mois.	Pendant le mois suivant, & ainsi des autres.
Biscuit.	39 l. 6 on.	28 l. 2 on.	33 l. 12 on.	101 l. 4 on.	33 l. 12 on.
Vin {Par jour $\frac{3}{4}$ de pin. de 23 on.}	50 5	35 15	43 2	129 6	43 2
Lard.	10 di. 3 12	7 di. 2 10	12 di. 4 8	10 14	21 di. 7 14
Bœuf salé.	5 di. 2 8	3 di. 1 8	5 di. 2 8	6 8	0 0
Pieds & têtes. . . .	5 di. 2 13	3 di. 1 11	0 0	4 8	0 0
Morue.	15 di. 3 12	0 0	0 0	3 12	0 0
Huile.	0 15 $\frac{7}{10}$	0 7	0 7	1 13 $\frac{7}{10}$	0 7
Vinaigre.	1 8 $\frac{6}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	2 6 $\frac{6}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$
Fromage.	0 0	2 di. 0 6	8 di. 1 8	1 14	4 di. 0 12
Pois.	12 so. 3 0	{4 di. & 8 so.} 3 0	{2 di. & 10 so.} 3 0	9 0	{2 di. & 10 so.} 3 0
Féves.	12 so. 3 0	12 so. 3 0	12 sou. 3 0	9 0	12 so. 3 0
Ris.	11 so. 1 6	{9 di. & 2 so.} 1 6	{1 di. & 10 so.} 1 6	4 2	{1 di. & 10 so.} 1 6
	112 6 $\frac{1}{10}$	78 7 $\frac{9}{10}$	93 9 $\frac{9}{10}$	284 8 $\frac{1}{10}$	93 11 $\frac{9}{10}$

On embarque environ un quart en sus de vin, pour les demi-rations des Officiers-Mariniers, & autres ayant droit.

On embarque pour les campagnes de la Méditerranée, un sixieme de moins de viandes salées, & pour celles de l'Amérique un douzieme : quantités que l'on juge pouvoir fournir en viandes fraiches dans les lieux de relâche.

De biere ordinaire 15 kans, tant qu'elle dure; ſans cela 6 quarts de vin par jour, quand on en peut avoir; harengs, à la volonté du Capitaine.

On compte ordinairement ſur $1\frac{1}{3}$ kan d'eau par jour, par homme; mais on ne prend jamais pour autant de temps d'eau que des autres proviſions.

La connoiſſance de ces détails eſt très-néceſſaire. Par exemple : on a à faire le plan d'un Vaiſſeau, pour lequel on ne peut ſe ſervir des proportions données dans les paragraphes 25 & 28, parce que ce Bâtiment a un autre objet que le commerce ou la courſe. Il faut connoître le poids du bois, du fer, &c., qui doivent entrer dans la conſtruction du Navire, de même que celui de tous les autres objets qui peuvent lui appartenir ; ces poids ajoutés à celui

---

Dans les Vaiſſeaux qui ont peu de cale, ou pour d'autres raiſons, on embarque quelquefois de l'eau-de-vie en place d'une partie du vin ; la ration de cette boiſſon eſt le quart de celle du vin.

Il n'eſt pas dit que l'on fourniſſe abſolument la ration comme elle eſt établie ci-deſſus : on peut embarquer plus d'une denrée & moins de l'autre ; mais dans la diſtribution, on obſerve toujours la proportion que l'on peut reconnoître dans la table ci-deſſus. On embarque une certaine quantité de farine en place de biſcuit ; ce que l'on prend de farine, doit peſer un tiers en ſus du biſcuit qu'elle remplace.

On embarque ſur le pied d'une barique & un quart d'eau par jour pour cent hommes. L'eau ſe met dans des pieces cerclées en fer ; le vin de même, excepté celui qui doit ſe conſommer dans le premier mois de la campagne. Les ſalaiſons ſont dans des fûts ordinaires ; la farine dans des quarts fort légers : on a donné le poids & les dimenſions de ces différents articles de tonnellerie.

Le biſcuit & les légumes ſe mettent en ſoutes.

On embarque de bois pour les cuiſines, pour chaque mois de campagne, les quantités ci-deſſous ſpécifiées.

Vaiſſeaux	de 100 canons.	20 cordes de 2 pieds $\frac{1}{2}$ à 3 pieds de longueur.	*ou*	550 quintaux.
	de 80 *idem*.	18	*ou*	500
	de 70 à 74.	15	*ou*	425
	de 60 à 64.	12	*ou*	300
	de 50	10	*ou*	250
Frégates	de 30 & groſſes Flûtes.	6	*ou*	150
Corv. au-deſſous	de 30 & petites Flûtes.	4	*ou*	100
Bâtiment au-deſſous	de 50 hommes. . .	2	*ou*	50

Le bois d'arrimage ſe prend en ſus de ces quantités.

qu'il doit porter, donnent le déplacement ſur lequel il faut ſe régler en dreſſant le plan.

Si c'eſt l'eſpace de la cale ſur lequel il faille tabler, pour charger en grenier quelque eſpece particuliere de grain, le tirant-d'eau du Bâtiment déterminé, on peut, connoiſſant la quantité & la peſanteur ſpécifique du grain, ſe procurer la capacité néceſſaire de la cale. On emploie ordinairement pour cette meſure, le *kapor*, partie du tonneau.

Si le chargement doit ſe faire en futaille, que ce ſoit viande ſalée, harengs, vin ou autres choſes pareilles, il ne ſera pas difficile d'après le nombre de futailles, leur grandeur & leur poids, de déterminer la grandeur du Bâtiment, & d'en arrêter le creux, ainſi que la hauteur d'entre-pont, de façon qu'on ne perde pas trop d'eſpace dans l'arrimage.

Lorſqu'il faut faire les emménagemens pour les vivres, comme le pain; les légumes, ſavoir, pois, gruau, &c., qu'on connoît la force de l'équipage, & le temps pour lequel le Vaiſſeau doit être approviſionné, il eſt aiſé de déterminer la capacité que doivent avoir les ſoutes: & il eſt d'autant plus néceſſaire de travailler juſte à cet égard, qu'il y a toujours dans les Bâtimens très-peu de place pour les choſes eſſentielles, ſur-tout dans les Vaiſſeaux de guerre. Si l'on en prend trop pour une choſe, elle manquera pour une autre.

Par exemple: ſi l'on veut ſavoir la grandeur qu'il faut donner à la ſoute à pain, d'un Vaiſſeau de 24 hommes d'équipage, qui doit être approviſionné pour ſix mois:

Ce qui revient de biſcuit à un homme pour un mois, peſe 21 $\frac{1}{2}$ liv.; c'eſt pour ſix mois 129 livres, & par conſéquent 3096 livres pour tout l'équipage, pour ſix mois. Le pied cubique de biſcuit peſe 26 livres; diviſez ce nombre 3096 par 26, le quotient ſera 119 pieds cubiques, qui eſt l'eſpace que le biſcuit doit occuper, étant bien arrimé.

On trouvera de même l'emplacement qu'il faut pour mettre les pois: un homme devant en avoir 45 quarts par mois, c'eſt-à-dire, 270 quarts pour 6 mois, & par conſéquent 6480 quarts pour tout l'équipage, pour ce même tems, cela fait 810 kans ou 14 tonneaux $\frac{1}{2}$; & comme le tonneau contient 5,6 pieds cubiques, multipliez cette

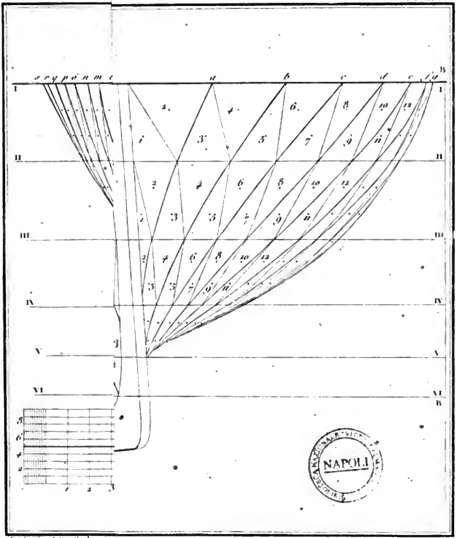
quantité 5,6 par 14 $\frac{1}{2}$, le produit sera 81 : donc il faudra pour les pois un espace de 81 pieds cubiques.

Il faut cependant donner un peu plus d'espace, que ne le donne le calcul, & cela dépend de l'endroit où on peut pratiquer l'ouverture des soutes.

Pareillement, si le Vaisseau doit prendre pour trois mois ou 91 jours d'eau, à un kan $\frac{1}{3}$ par homme par jour, ce qui fait pour un homme pour trois mois 121 kans $\frac{1}{3}$, & par conséquent 2912 kans pour tout l'équipage, divisant 2912 par 300, on aura 9 grandes pieces, & de plus trois bariques de 72 kans. L'on trouve l'espace que ces futailles doivent occuper, au moyen de leurs dimensions.

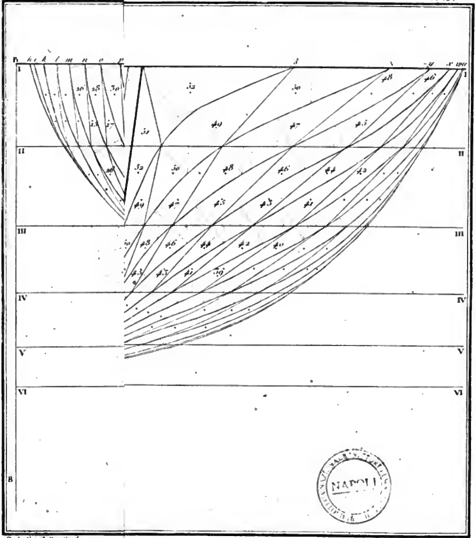
Par des procédés pareils, on trouve d'après les dimensions des barils de poudre, la longueur & le diametre des gargousses remplies ; la grandeur qu'il faut donner aux soutes & coffres à poudre, & leur distribution.

TABLE

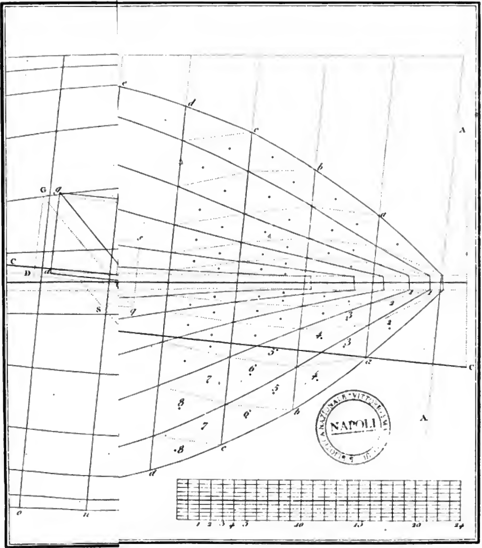


De la Gardette Sculp.

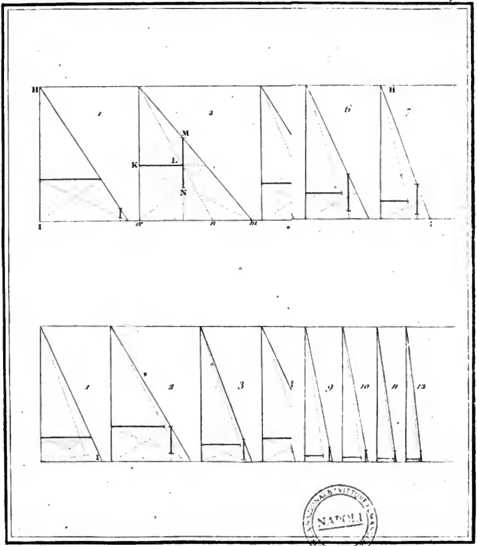
Pl. 12.



De la Gardette Sculp.



Dl. la Gardette Sculp.



De la Gardette Sculp.

TABLE de cubes pour servir au calcul de la stabilité, ou se procurer la valeur résultante de l'expression $\frac{2}{3}\int y^3 dx$, *page* 20.

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
0,01	0,000001	0,37	0,050653	0,73	0,389017	1,09	1,29
0,02	0,000008	0,38	0,054872	0,74	0,405224	1,10	1,33
0,03	0,000027	0,39	0,059319	0,75	0,421875	1,11	1,37
0,04	0,000064	0,40	0,064000	0,76	0,438976	1,12	1,40
0,05	0,000125	0,41	0,068921	0,77	0,456533	1,13	1,44
0,06	0,000216	0,42	0,074088	0,78	0,474552	1,14	1,48
0,07	0,000343	0,43	0,079507	0,79	0,493039	1,15	1,52
0,08	0,000512	0,44	0,085184	0,80	0,512000	1,16	1,56
0,09	0,000729	0,45	0,091125	0,81	0,531000	1,17	1,60
0,10	0,001000	0,46	0,097336	0,82	0,551000	1,18	1,64
0,11	0,001331	0,47	0,103823	0,83	0,572000	1,19	1,68
0,12	0,001728	0,48	0,110592	0,84	0,593000	1,20	1,72
0,13	0,002197	0,49	0,117649	0,85	0,614000	1,21	1,77
0,14	0,002744	0,50	0,125000	0,86	0,636000	1,22	1,82
0,15	0,003375	0,51	0,132651	0,87	0,658000	1,23	1,86
0,16	0,004096	0,52	0,140608	0,88	0,681000	1,24	1,91
0,17	0,004913	0,53	0,148877	0,89	0,705000	1,25	1,95
0,18	0,005832	0,54	0,157464	0,90	0,729000	1,26	2,00
0,19	0,006859	0,55	0,166375	0,91	0,754000	1,27	2,05
0,20	0,008000	0,56	0,175616	0,92	0,779000	1,28	2,09
0,21	0,009261	0,57	0,185193	0,93	0,804000	1,29	2,15
0,22	0,010648	0,58	0,195112	0,94	0,831000	1,30	2,20
0,23	0,012167	0,59	0,205379	0,95	0,857000	1,31	2,25
0,24	0,013824	0,60	0,216000	0,96	0,885000	1,32	2,30
0,25	0,015625	0,61	0,226981	0,97	0,913000	1,33	2,35
0,26	0,017576	0,62	0,238328	0,98	0,941000	1,34	2,41
0,27	0,019683	0,63	0,250047	0,99	0,970000	1,35	2,46
0,28	0,021952	0,64	0,262144	1,00	1,000000	1,36	2,51
0,29	0,024389	0,65	0,274625	1,01	1,030000	1,37	2,57
0,30	0,027000	0,66	0,287496	1,02	1,060000	1,38	2,63
0,31	0,029791	0,67	0,300763	1,03	1,090000	1,39	2,69
0,32	0,032768	0,68	0,314432	1,04	1,120000	1,40	2,74
0,33	0,035937	0,69	0,328509	1,05	1,160000	1,41	2,80
0,34	0,039304	0,70	0,343000	1,06	1,190000	1,42	2,86
0,35	0,042875	0,71	0,357911	1,07	1,220000	1,43	2,92
0,36	0,046656	0,72	0,373248	1,08	1,260000	1,44	2,99

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
1,45	3,05	1,85	6,33	2,25	11,39	2,65	18,61
1,46	3,11	1,86	6,43	2,26	11,54	2,66	18,82
1,47	3,18	1,87	6,54	2,27	11,70	2,67	19,03
1,48	3,24	1,88	6,64	2,28	11,85	2,68	19,25
1,49	3,31	1,89	6,75	2,29	12,01	2,69	19,46
1,50	3,37	1,90	6,86	2,30	12,17	2,70	19,68
1,51	3,44	1,91	6,97	2,31	12,33	2,71	19,90
1,52	3,51	1,92	7,08	2,32	12,49	2,72	20,12
1,53	3,58	1,93	7,19	2,33	12,65	2,73	20,35
1,54	3,65	1,94	7,30	2,34	12,81	2,74	20,57
1,55	3,72	1,95	7,41	2,35	12,98	2,75	20,80
1,56	3,80	1,96	7,53	2,36	13,14	2,76	21,02
1,57	3,87	1,97	7,64	2,37	13,31	2,77	21,25
1,58	3,94	1,98	7,76	2,38	13,48	2,78	21,48
1,59	4,02	1,99	7,88	2,39	13,65	2,79	21,72
1,60	4,10	2,00	8,00	2,40	13,82	2,80	21,95
1,61	4,17	2,01	8,12	2,41	14,00	2,81	22,19
1,62	4,25	2,02	8,24	2,42	14,17	2,82	22,43
1,63	4,33	2,03	8,36	2,43	14,35	2,83	22,66
1,64	4,41	2,04	8,49	2,44	14,53	2,84	22,91
1,65	4,49	2,05	8,61	2,45	14,71	2,85	23,15
1,66	4,57	2,06	8,74	2,46	14,89	2,86	23,39
1,67	4,66	2,07	8,87	2,47	15,07	2,87	23,64
1,68	4,74	2,08	9,00	2,48	15,25	2,88	23,89
1,69	4,83	2,09	9,13	2,49	15,44	2,89	24,14
1,70	4,91	2,10	9,26	2,50	15,62	2,90	24,39
1,71	5,00	2,11	9,39	2,51	15,81	2,91	24,64
1,72	5,09	2,12	9,53	2,52	16,00	2,92	24,90
1,73	5,18	2,13	9,66	2,53	16,19	2,93	25,15
1,74	5,27	2,14	9,80	2,54	16,39	2,94	25,41
1,75	5,36	2,15	9,94	2,55	16,58	2,95	25,67
1,76	5,45	2,16	10,08	2,56	16,78	2,96	25,93
1,77	5,54	2,17	10,22	2,57	16,97	2,97	26,20
1,78	5,64	2,18	10,36	2,58	17,17	3,98	26,46
1,79	5,73	2,19	10,50	2,59	17,37	2,99	26,73
1,80	5,83	2,20	10,65	2,60	17,58	3,00	27,00
1,81	5,93	2,21	10,79	2,61	17,78	3,01	27,27
1,82	6,03	2,22	10,94	2,62	17,98	3,02	27,54
1,83	6,13	2,23	11,09	2,63	18,19	3,03	27,82
1,84	6,23	2,24	11,24	2,64	18,40	3,04	28,09

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
3,05	28,37	3,45	41,06	3,85	57,07	4,25	76,77
3,06	28,65	3,46	41,42	3,86	57,51	4,26	77,31
3,07	28,93	3,47	41,78	3,87	57,96	4,27	77,85
3,08	29,22	3,48	42,14	3,88	58,41	4,28	78,40
3,09	29,50	3,49	42,51	3,89	58,86	4,29	78,95
3,10	29,79	3,50	42,87	3,90	59,32	4,30	79,51
3,11	30,08	3,51	43,24	3,91	59,78	4,31	80,06
3,12	30,37	3,52	43,61	3,92	60,24	4,32	80,62
3,13	30,66	3,53	43,99	3,93	60,70	4,33	81,18
3,14	30,96	3,54	44,36	3,94	61,16	4,34	81,75
3,15	31,26	3,55	44,74	3,95	61,63	4,35	82,31
3,16	31,55	3,56	45,12	3,96	62,10	4,36	82,88
3,17	31,85	3,57	45,50	3,97	62,57	4,37	83,45
3,18	32,16	3,58	45,88	3,98	63,04	4,38	84,03
3,19	32,46	3,59	46,27	3,99	63,52	4,39	84,60
3,20	32,77	3,60	46,66	4,00	64,00	4,40	85,18
3,21	33,08	3,61	47,05	4,01	64,48	4,41	85,77
3,22	33,39	3,62	47,44	4,02	64,96	4,42	86,35
3,23	33,70	3,63	47,83	4,03	65,45	4,43	86,94
3,24	34,01	3,64	48,23	4,04	65,94	4,44	87,53
3,25	34,33	3,65	48,63	4,05	66,43	4,45	88,12
3,26	34,65	3,66	49,03	4,06	66,92	4,46	88,72
3,27	34,97	3,67	49,43	4,07	67,42	4,47	89,31
3,28	35,29	3,68	49,84	4,08	67,92	4,48	89,91
3,29	35,61	3,69	50,24	4,09	68,42	4,49	90,52
3,30	35,94	3,70	50,65	4,10	68,92	4,50	91,12
3,31	36,26	3,71	51,06	4,11	69,43	4,51	91,73
3,32	36,59	3,72	51,48	4,12	69,93	4,52	92,34
3,33	36,93	3,73	51,89	4,13	70,44	4,53	92,96
3,34	37,26	3,74	52,31	4,14	70,96	4,54	93,58
3,35	37,59	3,75	52,73	4,15	71,47	4,55	94,20
3,36	37,93	3,76	53,16	4,16	71,99	4,56	94,82
3,37	38,27	3,77	53,58	4,17	72,51	4,57	95,44
3,38	38,61	3,78	54,01	4,18	73,03	4,58	96,07
3,39	38,96	3,79	54,44	4,19	73,56	4,59	96,70
3,40	39,30	3,80	54,87	4,20	74,09	4,60	97,34
3,41	39,65	3,81	55,31	4,21	74,62	4,61	97,97
3,42	40,00	3,82	55,74	4,22	75,15	4,62	98,61
3,43	40,35	3,83	56,18	4,23	75,69	4,63	99,25
3,44	40,71	3,84	56,62	4,24	76,22	4,64	99,90

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
4,65	100,54	5,05	128,79	5,45	161,88	5,85	200,20
4,66	101,19	5,06	129,55	5,46	162,77	5,86	201,23
4,67	101,85	5,07	130,32	5,47	163,67	5,87	202,26
4,68	102,50	5,08	131,10	5,48	164,57	5,88	203,30
4,69	103,16	5,09	131,87	5,49	165,47	5,89	204,34
4,70	103,82	5,10	132,65	5,50	166,37	5,90	205,38
4,71	104,49	5,11	133,43	5,51	167,28	5,91	206,42
4,72	105,15	5,12	134,22	5,52	168,20	5,92	207,47
4,73	105,82	5,13	135,01	5,53	169,11	5,93	208,53
4,74	106,50	5,14	135,80	5,54	170,03	5,94	209,58
4,75	107,17	5,15	136,59	5,55	170,95	5,95	210,64
4,76	107,85	5,16	137,39	5,56	171,88	5,96	211,71
4,77	108,53	5,17	138,19	5,57	172,81	5,97	212,78
4,78	109,21	5,18	138,99	5,58	173,74	5,98	213,85
4,79	109,90	5,19	139,80	5,59	174,68	5,99	214,92
4,80	110,59	5,20	140,61	5,60	175,62	6,00	216,00
4,81	111,28	5,21	141,42	5,61	176,56	6,01	217,08
4,82	111,98	5,22	142,24	5,62	177,50	6,02	218,17
4,83	112,68	5,23	143,06	5,63	178,45	6,03	219,26
4,84	113,38	5,24	143,88	5,64	179,41	6,04	220,35
4,85	114,08	5,25	144,70	5,65	180,36	6,05	221,44
4,86	114,79	5,26	145,53	5,66	181,32	6,06	222,54
4,87	115,50	5,27	146,36	5,67	182,28	6,07	223,65
4,88	116,21	5,28	147,20	5,68	183,25	6,08	224,76
4,89	116,93	5,29	148,04	5,69	184,22	6,09	225,87
4,90	117,65	5,30	148,88	5,70	185,19	6,10	226,98
4,91	118,37	5,31	149,72	5,71	186,17	6,11	228,10
4,92	119,09	5,32	150,57	5,72	187,15	6,12	229,22
4,93	119,82	5,33	151,42	5,73	188,13	6,13	230,35
4,94	120,55	5,34	152,27	5,74	189,12	6,14	231,47
4,95	121,29	5,35	153,13	5,75	190,11	6,15	232,61
4,96	122,02	5,36	153,99	5,76	191,10	6,16	233,74
4,97	122,76	5,37	154,85	5,77	192,10	6,17	234,88
4,98	123,51	5,38	155,72	5,78	193,10	6,18	236,03
4,99	124,25	5,39	156,59	5,79	194,10	6,19	237,18
5,00	125,00	5,40	157,46	5,80	195,11	6,20	238,33
5,01	125,75	5,41	158,34	5,81	196,12	6,21	239,48
5,02	126,51	5,42	159,22	5,82	197,14	6,22	240,64
5,03	127,26	5,43	160,10	5,83	198,15	6,23	241,80
5,04	128,02	5,44	160,99	5,84	199,18	6,24	242,97

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
6,25	244,14	6,65	294,08	7,05	350,40	7,45	413,49
6,26	245,31	6,66	295,41	7,06	351,90	7,46	415,16
6,27	246,49	6,67	296,74	7,07	353,39	7,47	416,83
6,28	247,67	6,68	298,08	7,08	354,89	7,48	418,51
6,29	248,86	6,69	299,42	7,09	356,40	7,49	420,19
6,30	250,05	6,70	300,76	7,10	357,91	7,50	421,87
6,31	251,24	6,71	302,11	7,11	359,42	7,51	423,56
6,32	252,44	6,72	303,46	7,12	360,94	7,52	425,26
6,33	253,64	6,73	304,82	7,13	362,47	7,53	426,96
6,34	254,84	6,74	306,18	7,14	363,99	7,54	428,66
6,35	256,05	6,75	307,55	7,15	365,53	7,55	430,37
6,36	257,26	6,76	308,92	7,16	367,06	7,56	432,08
6,37	258,47	6,77	310,29	7,17	368,60	7,57	433,80
6,38	259,69	6,78	311,67	7,18	370,15	7,58	435,52
6,39	260,92	6,79	313,05	7,19	371,69	7,59	437,24
6,40	262,14	6,80	314,43	7,20	373,25	7,60	438,98
6,41	263,37	6,81	315,82	7,21	374,80	7,61	440,71
6,42	264,61	6,82	317,21	7,22	376,37	7,62	442,45
6,43	265,85	6,83	318,61	7,23	377,93	7,63	444,19
6,44	267,09	6,84	320,01	7,24	379,50	7,64	445,94
6,45	268,34	6,85	321,42	7,25	381,08	7,65	447,70
6,46	269,59	6,86	322,83	7,26	382,66	7,66	449,45
6,47	270,84	6,87	324,24	7,27	384,24	7,67	451,22
6,48	272,10	6,88	325,66	7,28	385,83	7,68	452,98
6,49	273,36	6,89	327,08	7,29	387,42	7,69	454,76
6,50	274,62	6,90	328,51	7,30	389,02	7,70	456,53
6,51	275,89	6,91	329,94	7,31	390,62	7,71	458,31
6,52	277,17	6,92	231,37	7,32	392,22	7,72	460,10
6,53	278,44	6,93	332,81	7,33	393,83	7,73	461,89
6,54	279,73	6,94	334,25	7,34	395,45	7,74	463,68
6,55	281,01	6,95	335,70	7,35	397,06	7,75	465,48
6,56	282,30	6,96	337,15	7,36	398,69	7,76	467,29
6,57	283,59	6,97	338,61	7,37	400,31	7,77	469,10
6,58	284,89	6,98	340,07	7,38	401,95	7,78	470,91
6,59	286,19	6,99	341,53	7,39	403,58	7,79	472,73
6,60	287,50	7,00	343,00	7,40	405,22	7,80	474,55
6,61	288,80	7,01	344,47	7,41	406,87	7,81	476,38
6,62	290,11	7,02	345,95	7,42	408,52	7,82	478,21
6,63	291,43	7,03	347,43	7,43	410,17	7,83	480,05
6,64	292,75	7,04	348,91	7,44	411,83	7,84	481,89

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
7,85	483,74	8,25	561,51	8,65	647,21	9,05	741,22
7,86	485,59	8,26	563,56	8,66	649,46	9,06	743,68
7,87	487,44	8,27	565,61	8,67	651,71	9,07	746,14
7,88	489,30	8,28	567,66	8,68	653,97	9,08	748,61
7,89	491,17	8,29	569,72	8,69	656,23	9,09	751,09
7,90	493,04	8,30	571,79	8,70	658,50	9,10	753,57
7,91	494,91	8,31	573,86	8,71	660,78	9,11	756,06
7,92	496,79	8,32	575,93	8,72	663,05	9,12	758,55
7,93	498,68	8,33	578,01	8,73	665,34	9,13	761,05
7,94	500,57	8,34	580,09	8,74	667,63	9,14	763,55
7,95	502,46	8,35	582,18	8,75	669,92	9,15	766,07
7,96	504,36	8,36	584,28	8,76	672,22	9,16	768,57
7,97	506,26	8,37	586,38	8,77	674,53	9,17	771,09
7,98	508,17	8,38	588,48	8,78	676,84	9,18	773,62
7,99	510,08	8,39	590,59	8,79	679,15	9,19	776,15
8,00	512,00	8,40	592,70	8,80	681,47	9,20	778,69
8,01	513,92	8,41	594,82	8,81	683,80	9,21	781,23
8,02	515,85	8,42	596,95	8,82	686,13	9,22	783,78
8,03	517,78	8,43	599,08	8,83	688,46	9,23	786,33
8,04	519,72	8,44	601,21	8,84	690,81	9,24	788,89
8,05	521,66	8,45	603,35	8,85	693,15	9,25	791,45
8,06	523,61	8,46	605,50	8,86	695,51	9,26	794,02
8,07	525,56	8,47	607,64	8,87	697,86	9,27	796,60
8,08	527,51	8,48	609,80	8,88	700,23	9,28	799,18
8,09	529,47	8,49	611,96	8,89	702,59	9,29	801,76
8,10	531,44	8,50	614,12	8,90	704,97	9,30	804,36
8,11	533,41	8,51	616,29	8,91	707,35	9,31	806,95
8,12	535,39	8,52	618,47	8,92	709,73	9,32	809,56
8,13	537,37	8,53	620,65	8,93	712,12	9,33	812,17
8,14	539,35	8,54	622,83	8,94	714,52	9,34	814,78
8,15	541,34	8,55	625,03	8,95	716,92	9,35	817,40
8,16	543,34	8,56	627,22	8,96	719,32	9,36	820,03
8,17	545,34	8,57	629,42	8,97	721,73	9,37	822,66
8,18	547,34	8,58	631,63	8,98	724,15	9,38	825,29
8,19	549,35	8,59	633,83	8,99	726,57	9,39	827,94
8,20	551,37	8,60	636,06	9,00	729,00	9,40	830,58
8,21	553,39	8,61	638,28	9,01	731,43	9,41	833,24
8,22	555,41	8,62	640,50	9,02	733,87	9,42	835,90
8,23	557,44	8,63	642,74	9,03	736,31	9,43	838,56
8,24	559,48	8,64	644,97	9,04	738,76	9,44	841,23

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
9,45	843,91	9,85	955,67	10,25	1076,89	10,65	1207,95
9,46	846,59	9,86	958,58	10,26	1080,05	10,66	1211,35
9,47	849,28	9,87	961,50	10,27	1083,21	10,67	1214,77
9,48	851,97	9,88	964,43	10,28	1086,37	10,68	1218,18
9,49	854,67	9,89	967,36	10,29	1089,55	10,69	1221,61
9,50	857,37	9,90	970,30	10,30	1092,73	10,70	1225,04
9,51	860,08	9,91	973,24	10,31	1095,91	10,71	1228,48
9,52	862,80	9,92	976,19	10,32	1099,10	10,72	1231,92
9,53	865,52	9,93	979,15	10,33	1102,30	10,73	1235,38
9,54	868,25	9,94	982,11	10,34	1105,51	10,74	1238,83
9,55	870,98	9,95	985,07	10,35	1108,72	10,75	1242,30
9,56	873,72	9,96	988,05	10,36	1111,93	10,76	1245,77
9,57	876,47	9,97	991,03	10,37	1115,16	10,77	1249,24
9,58	879,22	9,98	994,01	10,38	1118,39	10,78	1252,73
9,59	881,97	9,99	997,00	10,39	1121,62	10,79	1256,22
9,60	884,74	10,00	1000,00	10,40	1124,86	10,80	1259,71
9,61	887,50	10,01	1003,00	10,41	1128,11	10,81	1263 21
9,62	890,28	10,02	1006,01	10,42	1131,37	10,82	1266,72
9,63	893,06	10,03	1009,03	10,43	1134,63	10,83	1270,24
9,64	895,84	10,04	1012,05	10,44	1137,89	10,84	1273,76
9,65	898,63	10,05	1015,07	10,45	1141,17	10,85	1277,29
9,66	901,43	10,06	1018,11	10,46	1144,44	10,86	1280,82
9,67	904,23	10,07	1021,15	10,47	1147,73	10,87	1284,36
9,68	907,04	10,08	1024,19	10,48	1151,02	10,88	1287,91
9,69	909,85	10,09	1027,24	10,49	1154,32	10,89	1291,47
9,70	912,67	10,10	1030,30	10,50	1157,62	10,90	1295,03
9,71	915,50	10,11	1033,36	10,51	1160,94	10,91	1298,60
9,72	918,33	10,12	1036,43	10,52	1164,25	10,92	1302,17
9,73	921,17	10,13	1039,51	10,53	1167,58	10,93	1305,75
9,74	924,01	10,14	1042,59	10,54	1170,90	10,94	1309,34
9,75	926,86	10,15	1045,68	10,55	1174,24	10,95	1312,93
9,76	929,71	10,16	1048,77	10,56	1177,58	10,96	1316,53
9,77	932,57	10,17	1051,87	10,57	1180,93	10,97	1320,14
9,78	935,44	10,18	1054,98	10,58	1184,29	10,98	1323,75
9,79	938,31	10,19	1058,09	10,59	1187,65	10,99	1327,37
9,80	941,19	10,20	1061,21	10,60	1191,02	11,00	1331,00
9,81	944,08	10,21	1064,33	10,61	1194,39	11,01	1334,63
9,82	946,97	10,22	1067,46	10,62	1197,77	11,02	1338,27
9,83	949,86	10,23	1070,60	10,63	1201,16	11,03	1341,92
9,84	952,76	10,24	1073,74	10,64	1204,55	11,04	1345,57

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
11,05	1349,23	11,45	1501,12	11,85	1664,01	12,25	1838,27
11,06	1352,90	11,46	1505,06	11,86	1668,22	12,26	1842,77
11,07	1356,57	11,47	1509,00	11,87	1672,45	12,27	1847,28
11,08	1360,25	11,48	1512,95	11,88	1676,68	12,28	1851,80
11,09	1363,94	11,49	1516,91	11,89	1680,91	12,29	1856,33
11,10	1367,63	11,50	1520,87	11,90	1685,16	12,30	1860,87
11,11	1371,33	11,51	1524,85	11,91	1689,41	12,31	1865,41
11,12	1375,04	11,52	1528,82	11,92	1693,67	12,32	1869,96
11,13	1378,75	11,53	1532,81	11,93	1697,94	12,33	1874,52
11,14	1382,47	11,54	1536,80	11,94	1702,21	12,34	1879,08
11,15	1386,20	11,55	1540,80	11,95	1706,49	12,35	1883,65
11,16	1389,92	11,56	1544,80	11,96	1710,78	12,36	1888,23
11,17	1393,67	11,57	1548,82	11,97	1715,07	12,37	1892,82
11,18	1397,42	11,58	1552,84	11,98	1719,37	12,38	1897,41
11,19	1401,17	11,59	1556,86	11,99	1723,68	12,39	1902,01
11,20	1404,93	11,60	1560,90	12,00	1728,00	12,40	1906,62
11,21	1408,69	11,61	1564,94	12,01	1732,32	12,41	1911,24
11,22	1412,47	11,62	1568,98	12,02	1736,65	12,42	1915,86
11,23	1416,25	11,63	1573,04	12,03	1740,99	12,43	1920,50
11,24	1420,03	11,64	1577,10	12,04	1745,34	12,44	1925,13
11,25	1423,83	11,65	1581,17	12,05	1749,69	12,45	1929,78
11,26	1427,63	11,66	1585,24	12,06	1754,05	12,46	1934,43
11,27	1431,43	11,67	1589,32	12,07	1758,42	12,47	1939,10
11,28	1435,25	11,68	1593,41	12,08	1762,79	12,48	1943,76
11,29	1439,07	11,69	1597,51	12,09	1767,17	12,49	1948,44
11,30	1442,90	11,70	1601,61	12,10	1771,56	12,50	1953,12
11,31	1446,73	11,71	1605,72	12,11	1775,96	12,51	1957,82
11,32	1450,57	11,72	1609,84	12,12	1780,36	12,52	1962,51
11,33	1454,42	11,73	1613,96	12,13	1784,77	12,53	1967,22
11,34	1458,27	11,74	1618,10	12,14	1789,19	12,54	1971,93
11,35	1462,13	11,75	1622,23	12,15	1793,61	12,55	1976,66
11,36	1466,00	11,76	1626,38	12,16	1798,05	12,56	1981,38
11,37	1469,88	11,77	1630,53	12,17	1802,48	12,57	1986,12
11,38	1473,76	11,78	1634,70	12,18	1806,93	12,58	1990,86
11,39	1477,65	11,79	1638,86	12,19	1811,39	12,59	1995,62
11,40	1481,54	11,80	1643,03	12,20	1815,85	12,60	2000,38
11,41	1485,45	11,81	1647,21	12,21	1820,32	12,61	2005,14
11,42	1489,35	11,82	1651,40	12,22	1824,79	12,62	2009,92
11,43	1493,27	11,83	1655,59	12,23	1829,28	12,63	2014,70
11,44	1497,19	11,84	1659,80	12,24	1833,77	12,64	2019,49

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
12,65	2024,28	13,05	2222,45	13,45	2433,14	13,85	2656,74
12,66	2029,09	13,06	2227,56	13,46	3438,57	13,86	2662,50
12,67	2033,90	13,07	2232,68	13,47	2444,01	13,87	2668,27
12,68	2038,72	13,08	2237,81	13,48	2449,46	13,88	2674,04
12,69	2043,55	13,09	2242,94	13,49	2454,91	13,89	2679,83
12,70	2048,38	13,10	2248,09	13,50	2460,37	13,90	2685,62
12,71	2053,22	13,11	2253,24	13,51	2465,85	13,91	2691,42
12,72	2058,08	13,12	2258,40	13,52	2471,33	13,92	2697,23
12,73	2062,93	13,13	2263,57	13,53	2476,81	13,93	2703,04
12,74	2067,80	13,14	2268,75	13,54	2482,31	13,94	2708,87
12,75	2072,67	13,15	2273,93	13,55	2487,81	13,95	2714,70
12,76	2077,55	13,16	2279,12	13,56	2493,33	13,96	2720,55
12,77	2082,44	13,17	2284,32	13,57	2498,85	13,97	2726,40
12,78	2087,34	13,18	2289,53	13,58	2504,37	13,98	2732,26
12,79	2092,24	13,19	2294,74	13,59	2509,91	13,99	2738,12
12,80	2097,15	13,20	2299,97	13,60	2515,46	14,00	2744,00
12,81	2102,07	13,21	2305,20	13,61	2521,01	14,01	2749,88
12,82	2107,00	13,22	2310,44	13,62	2526,57	14,02	2755,78
12,83	2111,93	13,23	2315,68	13,63	2532,14	14,03	2761,68
12,84	2116,87	13,24	2320,94	13,64	2537,72	14,04	2767,59
12,85	2121,82	13,25	2326,20	13,65	2543,30	14,05	2773,50
12,86	2126,78	13,26	2331,47	13,66	2548,90	14,06	2779,43
12,87	2131,75	13,27	2336,75	13,67	2554,50	14,07	2785,37
12,88	2136,72	13,28	2342,04	13,68	2560,11	14,08	2791,31
12,89	2141,70	13,29	2347,33	13,69	2565,73	14,09	2797,26
12,90	2146,69	13,30	2352,64	13,70	2571,35	14,10	2803,22
12,91	2151,68	13,31	2357,95	13,71	2576,99	14,11	2809,19
12,92	2156,69	13,32	2363,27	13,72	2582,63	14,12	2815,17
12,93	2161,70	13,33	2368,59	13,73	2588,28	14,13	2821,15
12,94	2166,72	13,34	2373,93	13,74	2593,94	14,14	2827,15
12,95	2171,75	13,35	2379,27	13,75	2599,61	14,15	2833,15
12,96	2176,78	13,36	2384,62	13,76	2605,28	14,16	2839,16
12,97	2181,82	13,37	2389,98	13,77	2610,97	14,17	2845,18
12,98	2186,88	13,38	2395,35	13,78	2616,66	14,18	2851,21
12,99	2191,93	13,39	2400,72	13,79	2622,36	14,19	2857,24
13,00	2197,00	13,40	2406,10	13,80	2628,07	14,20	2863,29
13,01	2202,07	13,41	2411,49	13,81	2633,79	14,21	2869,34
13,02	2207,16	13,42	2416,89	13,82	2639,51	14,22	2875,40
13,03	2212,24	13,43	2422,30	13,83	2645,25	14,23	2881,47
13,04	2217,34	13,44	2427,72	13,84	2650,99	14,24	2887,55

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
14,25	2893,64	14,65	3144,22	15,05	3408,86	15,45	3687,95
14,26	2899,74	14,66	3150,66	15,06	3415,66	15,46	3695,12
14,27	2905,84	14,67	3157,11	15,07	3422,47	15,47	3702,29
14,28	2911,95	14,68	3163,57	15,08	3429,29	15,48	3709,48
14,29	2918,08	14,69	3170,04	15,09	3436,11	15,49	3716,67
14,30	2924,21	14,70	3176,52	15,10	3442,95	15,50	3723,87
14,31	2930,35	14,71	3183,01	15,11	3449,80	15,51	[illegible]31,09
14,32	2936,49	14,72	3189,51	15,12	3456,65	15,52	3738,31
14,33	2942,65	14,73	3196,01	15,13	3463,51	15,53	3745,54
14,34	2948,81	14,74	3202,52	15,14	3470,38	15,54	3752,78
14,35	2954,99	14,75	3209,05	15,15	3477,26	15,55	3760,03
14,36	2961,17	14,76	3215,58	15,16	3484,16	15,56	3767,29
14,37	2967,36	14,77	3222,12	15,17	3491,05	15,57	3774,56
14,38	2973,56	14,78	3228,67	15,18	3497,96	15,58	3781,83
14,39	2979,77	14,79	3235,22	15,19	3504,88	15,59	3789,12
14,40	2985,98	14,80	3241,79	15,20	3511,81	15,60	3796,42
14,41	2992,21	14,81	3248,37	15,21	3518,74	15,61	3803,72
14,42	2998,44	14,82	3254,95	15,22	3525,69	15,62	3811,04
14,43	3004,68	14,83	3261,55	15,23	3532,64	15,63	3818,36
14,44	3010,94	14,84	3268,15	15,24	3539,61	15,64	3825,69
14,45	3017,20	14,85	3274,76	15,25	3546,58	15,65	3833,04
14,46	3023,46	14,86	3281,38	15,26	3553,56	15,66	3840,39
14,47	3029,74	14,87	3288,01	15,27	3560,55	15,67	3847,75
14,48	3036,03	14,88	3294,65	15,28	3567,55	15,68	3855,12
14,49	3042,32	14,89	3301,29	15,29	3574,56	15,69	2862,50
14,50	3048,62	14,90	3307,95	15,30	3581,58	15,70	3869,89
14,51	3054,94	14,91	3314,61	15,31	3588,60	15,71	3877,29
14,52	3061,26	14,92	3321,29	15,32	3595,64	15,72	3884,70
14,53	3067,59	14,93	3327,97	15,33	3602,69	15,73	3892,12
14,54	3073,92	14,94	3334,66	15,34	3609,74	15,74	3899,55
14,55	3080,27	14,95	3341,36	15,35	3616,80	15,75	3906,98
14,56	3086,63	14,96	3348,07	15,36	3623,88	15,76	3914,43
14,57	3092,99	14,97	3354,79	15,37	3630,96	15,77	3921,89
14,58	3099,36	14,98	3361,52	15,38	3638,05	15,78	3929,35
14,59	3105,75	14,99	3368,25	15,39	3645,15	15,79	3936,83
14,60	3112,14	15,00	3375,00	15,40	3652,26	15,80	3944,31
14,61	3118,53	15,01	3381,75	15,41	3659,38	15,81	3951,80
14,62	3124,94	15,02	3388,52	15,42	3666,51	15,82	3959,31
14,63	3131,36	15,03	3395,29	15,43	3673,65	15,83	3966,82
14,64	3137,78	15,04	3402,07	15,44	3680,80	15,84	3974,34

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
15,85	3981,88	16,25	4291,02	16,65	4615,75	17,05	4956,48
15,86	3989,42	16,26	4298,94	16,66	4624,08	17,06	4965,20
15,87	3996,97	16,27	4306,88	16,67	4632,41	17,07	4973,94
15,88	4004,53	16,28	4314,82	16,68	4640,75	17,08	4982,69
15,89	4012,10	16,29	4322,78	16,69	4649,10	17,09	4991,44
15,90	4019,68	16,30	4330,75	16,70	4657,46	17,10	5000,21
15,91	4027,27	16,31	4338,72	16,71	4665,83	17,11	5008,99
15,92	4034,87	16,32	4346,71	16,72	4674,22	17,12	5017,78
15,93	4042,47	16,33	4354,70	16,73	4682,61	17,13	5026,57
15,94	4050,09	16,34	4362,71	16,74	4691,01	17,14	5035,38
15,95	4057,72	16,35	4370,72	16,75	4699,42	17,15	5044,20
15,96	4065,36	16,36	4378,75	16,76	4707,84	17,16	5053,03
15,97	4073,00	16,37	4386,78	16,77	4716,28	17,17	5061,87
15,98	4080,66	16,38	4394,83	16,78	4724.72	17,18	5070,72
15,99	4088,32	16,39	4402,88	16,79	4733,17	17,19	5079,58
16,00	4096,00	16,40	4410,94	16,80	4741,63	17,20	5088,45
16,01	4103,68	16,41	4419,02	16,81	4750,10	17,21	5097,33
16,02	4111,38	16,42	4427,10	16,82	4758,59	17,22	5106,22
16,03	4019,08	16,43	4435,19	16,83	4767,08	17,23	5115,12
16,04	4126,80	16,44	4443,30	16,84	4775,58	17,24	5124,03
16,05	4134,52	16,45	4451,41	16,85	4784,09	17,25	5132,95
16,06	4142,25	16,46	4459,53	16,86	4792,61	17,26	5141,88
16,07	4149,99	16,47	4467,67	16,87	4801,15	17,27	5150,83
16,08	4157,75	16,48	4475,81	16,88	4809,69	17,28	5159,78
16,09	4165,51	16,49	4483,96	16,89	4818,25	17,29	5168,74
16,10	4173,28	16,50	4492,12	16,90	4826,81	17,30	5177,72
16,11	4181,06	16,51	4500,30	16,91	4835,38	17,31	5186,70
16,12	4188,85	16,52	4508,48	16,92	4843,97	17,32	5195,69
16,13	4196,65	16,53	4516,67	16,93	4852,56	17,33	5204,70
16,14	4204,46	16,54	4524,87	16,94	4861,16	17,34	5213,71
16,15	4212,28	16,55	4533,09	16,95	4869,78	17,35	5222,74
16,16	4220,11	16,56	4541,31	16,96	4878,40	17,36	5231,77
16,17	4227,95	16,57	4549,54	16,97	4887,04	17,37	5240,82
16,18	4235,80	16,58	4557,78	16,98	4895,68	17,38	5249,88
16,19	4243,66	16,59	4566,03	16,99	4904,33	17,39	5258,95
16,20	4251,53	16,60	4574,30	17,00	4913,00	17,40	5268,02
16,21	4259,41	16,61	4582,57	17,01	4921,67	17,41	5277,11
16,22	4267,29	16,62	4590,85	17,02	4930,36	17,42	5286,21
16,23	4275,19	16,63	4599,14	17,03	4939,06	17,43	5295,32
16,24	4283,10	16,64	4607,44	17,04	4947,76	17,44	5304,44

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
17,45	5313,57	17,85	5687,41	18,25	6078,39	18,65	6486,89
17,46	5322,71	17,86	5696,98	18,26	6088,39	18,66	6497,33
17,47	5331,86	17,87	5706,55	18,27	6098,40	18,67	6507,78
17,48	5341,02	17,88	5716,14	18,28	6108,41	18,68	6518,24
17,49	5350,19	17,89	5725,73	18,29	6118,45	18,69	6528,72
17,50	5359,37	17,90	5735,34	18,30	6128,49	18,70	6539,20
17,51	5368,57	17,91	5744,96	18,31	6138,54	18,71	6549,70
17,52	5377,77	17,92	5754,58	18,32	6148,60	18,72	6560,21
17,53	5386,98	17,93	5764,22	18,33	6158,68	18,73	6570,73
17,54	5396,21	17,94	5773,87	18,34	6168,76	18,74	6581,26
17,55	5405,44	17,95	5783,53	18,35	6178,86	18,75	6591,80
17,56	5414,69	17,96	5793,20	18,36	6188,96	18,76	6602,35
17,57	5423,94	17,97	5802,89	18,37	6199,08	18,77	6612,91
17,58	5433,21	17,98	5812,58	18,38	6209,21	18,78	6623,49
17,59	5442,49	17,99	5822,28	18,39	6219,35	18,79	6634,07
17,60	5451,77	18,00	5832,00	18,40	6229,50	18,80	6644,67
17,61	5461,07	18,01	5841,72	18,41	6239,67	18,81	6655,28
17,62	5470,38	18,02	5851,46	18,42	6249,84	18,82	6665,90
17,63	5479,70	18,03	5861,21	18,43	6260,02	18,83	6676,53
17,64	5489,03	18,04	5870,97	18,44	6270,22	18,84	6687,17
17,65	5498,37	18,05	5880,73	18,45	6280,43	18,85	6697,83
17,66	5507,72	18,06	5890,51	18,46	6290,64	18,86	6708,49
17,67	5517,08	18,07	5900,30	18,47	6300,87	18,87	6719,17
17,68	5526,46	18,08	5910,11	18,48	6311,11	18,88	6729,86
17,69	5535,84	18,09	5919,92	18,49	6321,36	18,89	6740,56
17,70	5545,23	18,10	5929,74	18,50	6331,62	18,90	6751,27
17,71	5554,64	18,11	5939,57	18,51	6341,90	18,91	6761,99
17,72	5564,05	18,12	5949,42	18,52	6352,18	18,92	6772,72
17,73	5573,48	18,13	5959,27	18,53	6362,48	18,93	6783,47
17,74	5582,91	18,14	5969,14	18,54	6372,78	18,94	6794,22
17,75	5592,36	18,15	5979,02	18,55	6383,10	18,95	6804,99
17,76	5601,82	18,16	5988,91	18,56	6393,43	18,96	6815,77
17,77	5611,28	18,17	5998,80	18,57	6403,77	18,97	6826,56
17,78	5620,76	18,18	6008,71	18,58	6414,12	18,98	6837,36
17,79	5630,25	18,19	6018,64	18,59	6424,48	18,99	6848,18
17,80	5639,75	18,20	6028,57	18,60	6434,86	19,00	6859,00
17,81	5649,26	18,21	6038,51	18,61	6445,24	19,01	6869,84
17,82	5658,78	18,22	6048,46	18,62	6455,64	19,02	6880,68
17,83	5668,32	18,23	6058,43	18,63	6466,04	19,03	6891,54
17,84	5677,86	18,24	6068,40	18,64	6476,46	19,04	6902,41

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
19,05	6913,29	19,45	7357,98	19,85	7821,35	20,25	8303,77
19,06	6924,18	19,46	7369,34	19,86	7833,17	20,26	8316,07
19,07	6935,09	19,47	7380,70	19,87	7845,01	20,27	8328,39
19,08	6946,00	19,48	7392,08	19,88	7856,86	20,28	8340,73
19,09	6956,93	19,49	7403,47	19,89	7868,72	20,29	8353,07
19,10	6967,87	19,50	7414,87	19,90	7880,60	20,30	8365,43
19,11	6978,82	19,51	7426,29	19,91	7892,48	20,31	8377,80
19,12	6989,78	19,52	7437,71	19,92	7904,38	20,32	8390,18
19,13	7000,75	19,53	7449,15	19,93	7916,29	20,33	8402,57
19,14	7011,74	19,54	7460,60	19,94	7928,21	20,34	8414,97
19,15	7022,74	19,55	7472,06	19,95	7940,15	20,35	8427,39
19,16	7033,74	19,56	7483,53	19,96	7952,09	20,36	8439,82
19,17	7044,76	19,57	7495,01	19,97	7964,05	20,37	8452,26
19,18	7055,79	19,58	7506,51	19,98	7976,02	20,38	8464,72
19,19	7066,83	19,59	7518,02	19,99	7988,01	20,39	8477,18
19,20	7077,89	19,60	7529,54	20,00	8000,00	20,40	8489,66
19,21	7088,95	19,61	7541,07	20,01	8012,01	20,41	8502,15
19,22	7100,03	19,62	7552,61	20,02	8024,02	20,42	8514,66
19,23	7111,12	19,63	7564,16	20,03	8036,05	20,43	8527,17
19,24	7122,22	19,64	7575,73	20,04	8048,09	20,44	8539,70
19,25	7133,33	19,65	7587,31	20,05	8060,15	20,45	8552,24
19,26	7144,45	19,66	7598,90	20,06	8072,22	20,46	8564,79
19,27	7155,58	19,67	7610,50	20,07	8084,29	20,47	8577,36
19,28	7166,73	19,68	7622,11	20,08	8096,38	20,48	8589,93
19,29	7177,89	19,69	7633,74	20,09	8108,49	20,49	8602,52
19,30	7189,06	19,70	7645,37	20,10	8120,60	20,50	8615,12
19,31	7200,24	19,71	7657,02	20,11	8132,73	20,51	8627,74
19,32	7211,43	19,72	7668,68	20,12	8144,87	20,52	8640,36
19,33	7222,63	19,73	7680,35	20,13	8157,02	20,53	8653,00
19,34	7233,85	19,74	7692,04	20,14	8169,18	20,54	8665,65
19,35	7245,07	19,75	7703,73	20,15	8181,35	20,55	8678,32
19,36	7256,31	19,76	7715,44	20,16	8193,54	20,56	8690,99
19,37	7267,56	19,77	7727,16	20,17	8205,74	20,57	8703,68
19,38	7278,83	19,78	7738,89	20,18	8217,95	20,58	8716,38
19,39	7290,10	19,79	7750,64	20,19	8230,17	20,59	8729,09
19,40	7301,38	19,80	7762,39	20,20	8242,41	20,60	8741,82
19,41	7312,68	19,81	7774,16	20,21	8254,65	20,61	8754,55
19,42	7323,99	19,82	7785,94	20,22	8266,91	20,62	8767,30
19,43	7335,31	19,83	7797,73	20,23	8279,19	20,63	8780,06
19,44	7346,64	19,84	7809,53	20,24	8291,47	20,64	8792,84

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
20,65	8805,62	21,05	9327,31	21,45	9869,20	21,85	10431,68
20,66	8818,42	21,06	9340,61	21,46	9883,01	21,86	10446,01
20,67	8831,23	21,07	9353,92	21,47	9896,83	21,87	10460,35
20,68	8844,06	21,08	9367,24	21,48	9910,67	21,88	10474,71
20,69	8856,89	21,09	9380,58	21,49	9924,51	21,89	10489,08
20,70	8869,74	21,10	9393,93	21,50	9938,37	21,90	10503,46
20,71	8882,60	21,11	9407,29	21,51	9952,25	21,91	10517,85
20,72	8895,48	21,12	9420,67	21,52	9966,14	21,92	10532,26
20,73	8908,36	21,13	9434,06	21,53	9980,04	21,93	10546,68
20,74	8921,26	21,14	9447,46	21,54	9993,95	21,94	10561,12
20,75	8934,17	21,15	9460,87	21,55	10007,87	21,95	10575,56
20,76	8947,09	21,16	9474,30	21,56	10021,81	21,96	10590,02
20,77	8960,03	21,17	9487,74	21,57	10035,76	21,97	10604,50
20,78	8972,98	21,18	9501,19	21,58	10049,73	21,98	10618,99
20,79	8985,94	21,19	9514,65	21,59	10063,71	21,99	10633,49
20,80	8998,91	21,20	9528,13	21,60	10077,70	22,00	10648,00
20,81	9011,89	21,21	9541,62	21,61	10091,70	22,01	10662,53
20,82	9024,89	21,22	9555,12	21,62	10105,71	22,02	10677,07
20,83	9037,91	21,23	9568,63	21,63	10119,74	22,03	10691,62
20,84	9050,93	21,24	9582,16	21,64	10133,79	22,04	10706,19
20,85	9063,96	21,25	9595,70	21,65	10147,84	22,05	10720,76
20,86	9077,01	21,26	9609,26	21,66	10161,91	22,06	10735,36
20,87	9090,07	21,27	9622,82	21,67	10175,99	22,07	10749,96
20,88	9103,14	21,28	9636,40	21,68	10190,09	22,08	10764,58
20,89	9116,23	21,29	9649,99	21,69	10204,19	22,09	10779,21
20,90	9129,33	21,30	9663,60	21,70	10218,31	22,10	10793,86
20,91	9142,44	21,31	9677,21	21,71	10232,45	22,11	10808,52
20,92	9155,56	21,32	9690,84	21,72	10246,59	22,12	10823,19
20,93	9168,69	21,33	9704,49	21,73	10260,75	22,13	10837,88
20,94	9181,85	21,34	9718,14	21,74	10274,92	22,14	10852,58
20,95	9195,01	21,35	9731,81	21,75	10289,11	22,15	10867,29
20,96	9208,18	21,36	9745,49	21,76	10303,31	22,16	10882,01
20,97	9221,37	21,37	9759,18	21,77	10317,52	22,17	10896,75
20,98	9234,56	21,38	9772,89	21,78	10331,74	22,18	10911,50
20,99	9247,78	21,39	9786,61	21,79	10345,98	22,19	10926,27
21,00	9261,00	21,40	9800,34	21,80	10360,23	22,20	10941,05
21,01	9274,24	21,41	9814,09	21,81	10374,50	22,21	10955,84
21,02	9287,48	21,42	9827,85	21,82	10388,77	22,22	10970,64
21,03	9300,75	21,43	9841,62	21,83	10403,06	22,23	10985,46
21,04	9314,02	21,44	9855,40	21,84	10417,36	22,24	11000,29

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
22,25	11015,14	22,65	11619,96	23,05	12246,52	23,45	12995,21
22,26	11030,00	22,66	11635,36	23,06	12262,47	23,46	12911,72
22,27	11044,87	22,67	11650,77	23,07	12278,43	23,47	12928,24
22,28	11059,76	22,68	11666,19	23,08	12294,40	23,48	12944,77
22,29	11074,65	22,69	11681,63	23,09	12310,39	23,49	12961,31
22,30	11089,57	22,70	11697,08	23,10	12326,39	23,50	12977,87
22,31	11104,49	22,71	11712,55	23,11	12342,41	23,51	12994,45
22,32	11119,43	22,72	11728,03	23,12	12358,43	23,52	13011,04
22,33	11134,38	22,73	11743,52	23,13	12374,48	23,53	13027,64
22,34	11149,35	22,74	11759,03	23,14	12390,53	23,54	13044,26
22,35	11164,33	22,75	11774,55	23,15	12406,60	23,55	13060,89
22,36	11179,32	22,76	11790,08	23,16	12422,69	23,56	13077,53
22,37	11194,33	22,77	11805,63	23,17	12438,79	23,57	13094,19
22,38	11209,34	22,78	11821,19	23,18	12454,90	23,58	13110,87
22,39	11224,38	22,79	11836,76	23,19	12471,03	23,59	13127,55
22,40	11239,42	22,80	11852,35	23,20	12487,17	23,60	13144,26
22,41	11254,48	22,81	11867,95	23,21	12503,32	23,61	13160,97
22,42	11269,56	22,82	11883,57	23,22	12519,49	23,62	13177,70
22,43	11284,64	22,83	11899,20	23,23	12535,67	23,63	13194,45
22,44	11299,74	22,84	11914,84	23,24	12551,87	23,64	13211,20
22,45	11314,86	22,85	11930,50	23,25	12568,08	23,65	13227,98
22,46	11329,98	22,86	11946,17	23,26	12584,30	23,66	13244,76
22,47	11345,12	22,87	11961,85	23,27	12600,54	23,67	13261,56
22,48	11360,28	22,88	11977,55	23,28	12616,79	23,68	13278,38
22,49	11375,44	22,89	11993,26	23,29	12633,06	23,69	13295,21
22,50	11390,62	22,90	12008,99	23,30	12649,34	23,70	13312,05
22,51	11405,82	22,91	12024,73	23,31	12665,63	23,71	13328,91
22,52	11421,03	22,92	12040,48	23,32	12681,94	23,72	13345,78
22,53	11436,25	22,93	12056,25	23,33	12698,26	23,73	13362,67
22,54	11451,48	22,94	12072,03	23,34	12714,60	23,74	13379,57
22,55	11466,73	22,95	12087,82	23,35	12730,94	23,75	13396,48
22,56	11481,99	22,96	12103,63	23,36	12747,31	23,76	13413,41
22,57	11497,27	22,97	12119,45	23,37	12763,69	23,77	13430,36
22,58	11512,56	22,98	12135,29	23,38	12780,08	23,78	13447,31
22,59	11527,86	22,99	12151,14	23,39	12796,48	23,79	13464,29
22,60	11543,18	23,00	12167,00	23,40	12812,90	23,80	13481,27
22,61	11558,51	23,01	12182,88	23,41	12829,34	23,81	13498,27
22,62	11573,85	23,02	12198,77	23,42	12845,79	23,82	13515,29
22,63	11589,21	23,03	12214,67	23,43	12862,25	23,83	13532,32
22,64	11604,58	23,04	12230,59	23,44	12878,72	23,84	13549,36

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
23,85	13566,42	24,25	14260,52	24,65	14977,89	25,05	15718,94
23,86	13583,49	24,26	14278,16	24,66	14996,13	25,06	15737,77
23,87	13600,57	24,27	14295,83	24,67	15014,38	25,07	15756,62
23,88	13617,67	24,28	14313,51	24,68	15032,65	25,08	15775,48
23,89	13634,79	24,29	14331,19	24,69	15050,93	25,09	15794,36
23,90	13651,92	24,30	14348,91	24,70	15069,22	25,10	15813,25
23,91	13669,06	24,31	14366,63	24,71	15087,53	25,11	15832,16
23,92	13686,22	24,32	14384,37	24,72	15105,86	25,12	15851,08
23,93	13703,39	24,33	14402,12	24,73	15124,20	25,13	15870,02
23,94	13720,58	24,34	14419,88	24,74	15142,55	25,14	15888,97
23,95	13737,78	24,35	14437,66	24,75	15160,92	25,15	15907,94
23,96	13754,99	24,36	14455,46	24,76	15179,31	25,16	15926,92
23,97	13772,22	24,37	14473,27	24,77	15197,70	25,17	15945,92
23,98	13789,47	24,38	14491,09	24,78	15216,12	25,18	15964,94
23,99	13806,73	24,39	14508,93	24,79	15234,55	25,19	15983,96
24,00	13824,00	24,40	14526,78	24,80	15252,99	25,20	16003,01
24,01	13841,29	24,41	14544,65	24,81	15271,45	25,21	16022,07
24,02	13858,59	24,42	14562,53	24,82	15289,92	25,22	16041,14
24,03	13875,90	24,43	14580,43	24,83	15308,41	25,23	16060,23
24,04	13893,23	24,44	14598,34	24,84	14326,92	25,24	16079,34
24,05	13910,58	24,45	14616,27	24,85	15345,43	25,25	16098,45
24,06	13927,94	24,46	14634,21	24,86	15363,97	25,26	16117,59
24,07	13945,31	24,47	14652,17	24,87	15382,51	25,27	16136,74
24,08	13962,70	24,48	14670,14	24,88	15401,08	25,28	16155,90
24,09	13980,10	24,49	14688,12	24,89	15419,66	25,29	16175,08
24,10	13997,52	24,50	14706,12	24,90	15438,25	25,30	16194,28
24,11	14014,95	24,51	14724,14	24,91	15456,86	25,31	16213,49
24,12	14032,40	24,52	14742,17	24,92	15475,48	25,32	16232,71
24,13	14049,86	24,53	14760,21	24,93	15494,12	25,33	16251,95
24,14	14067,33	24,54	14778,27	24,94	15512,77	25,34	16271,21
24,15	14084,82	24,55	14796,35	24,95	15531,44	25,35	16290,48
24,16	14102,33	24,56	14814,43	24,96	15550,12	25,36	16309,77
24,17	14119,85	24,57	14832,54	24,97	15568,82	25,37	16329,07
24,18	14137,38	24,58	14850,66	24,98	15587,53	25,38	16348,38
24,19	14154,93	24,59	14868,79	24,99	15606,26	25,39	16367,72
24,20	14172,49	24,60	14886,94	25,00	15625,00	25,40	16387,06
24,21	14190,06	24,61	14905,10	25,01	15643,76	25,41	16406,43
24,22	14207,65	24,62	14923,27	25,02	15662,53	25.42	16425,80
24,23	14225,26	24,63	14941,47	25,03	15681,32	25,43	16445,20
24,24	14242,88	24,64	14959,67	25,04	15700,12	25,44	16464,60

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
25,45	16484,03	25,59	16757,56	25,73	17034,11	25,87	17313,68
25,46	16503,47	25,60	16777,22	25,74	17053,97	25,88	17333,77
25,47	16522,92	25,61	16796,88	25,75	17073,86	25,89	17353,86
25,48	16542,39	25,62	16816,57	25,76	17093,76	25,90	17373,98
25,49	16561,87	25,63	16836,27	25,77	17113,67	25,91	17394,11
25,50	16581,37	25,64	16855,98	25,78	17133,60	25,92	17414,26
25,51	16600,89	25,65	16875,71	25,79	17153,55	25,93	17434,42
25,52	16620,42	25,66	16895,46	25,80	17173,51	25,94	17454,60
25,53	16639,97	25,67	16915,22	25,81	17193,49	25,95	17474,79
25,54	16659,53	25,68	16934,99	25,82	17213,48	25,96	17495,00
25,55	16679,10	25,69	16954,79	25,83	17233,49	25,97	17515,23
25,56	16698,70	25,70	16974,59	25,84	17253,51	25,98	17535,47
25,57	16718,30	25,71	16994,41	25,85	17273,55	25,99	17555,73
25,58	16737,92	25,72	17014,25	25,86	17293,61	26,00	17576,00

N°. 1.

Regles de proportions pour les Bâtimens marchands.

ESPECES DE BATIMENS.	Ports en lastes fortes, réduites en pieds cubiques, comptant 91 pieds cubiques pour chaque laste.	Déplacemens en pieds cubiques, en dehors des membres.	Longueurs de la perpendiculaire de l'étrave à celle de l'étambot.	Plus grandes largeurs en dehors des membres.	Distances de la ligne de flottaison au can supérieur de la rablure de la quille, mesurée au Φ couple.	Aires du maître couple.	Hauteurs de la quille, mesurée du can supérieur de la rablure.	Différences de tirant-d'eau.	Aires du plan de flottaison supérieure.
	P	D	x	z	h	Φ	k	d	W
FRÉGATES.	$D^{\frac{17}{18}}$	$P^{\frac{18}{17}}$	$(56D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{5}}}{1,383}$	$\frac{x}{8,1}$	$\frac{1,705\,D}{x^{1+\frac{1}{40}}}$	$\frac{x^{\frac{2}{5}}}{4,64}$	$\frac{x^{\frac{3}{4}}}{23,3}$	$\frac{z\,x^{1+\frac{1}{30}}}{1,49}$
HECKBOTTS *ou* PINQUES.	$D^{\frac{19}{20}}$	$P^{\frac{20}{19}}$	$(54D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{5}}}{1,429}$	$\frac{x^{1-\frac{1}{60}}}{7,547}$	$\frac{1,729\,D}{x^{1+\frac{1}{27}}}$	$\frac{x^{\frac{3}{7}}}{5,66}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{17,5}$	$\frac{z\,x^{1+\frac{1}{24}}}{1,5}$
CHATTES *ou* BARQUES.	$D^{\frac{21}{22}}$	$P^{\frac{22}{21}}$	$(52D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{5}}}{1,476}$	$\frac{x^{1-\frac{1}{30}}}{7,032}$	$\frac{1,76\,D}{x^{1+\frac{1}{20}}}$	$\frac{x^{\frac{1}{2}}}{8,4}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{18,8}$	$\frac{z\,x^{1+\frac{1}{20}}}{1,5}$
BATIMENS PLATS *ou* de peu de tirant-d'eau.	$1,07\,D^{\frac{21}{22}}$	$\frac{P^{\frac{22}{21}}}{1,07}$	$(63D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{5}}}{1,6}$	$\frac{x^{1-\frac{1}{10}}}{6,436}$	$\frac{2,1\,D}{x^{1+\frac{1}{10}}}$	$\frac{x^{\frac{1}{6}}}{9,8}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{24}$	$\frac{z\,x^{1+\frac{1}{30}}}{1,4}$

Suite des regles de proportions pour les Bâtimens marchands. N°. 1.

ESPECES DE BATIMENS.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement est en dessous de la ligne de flottaison. V	$\int \frac{1}{3} \times \frac{y^3 dx}{D}$. S	Parties de la distance entre le centre de gravité du déplacement & la ligne de flottaison, dont le centre de gravité du Vaisseau & de sa charge se trouve au-dessous de la ligne de flottaison.	Distances du métacentre au centre de gravité du Vaisseau avec sa charge. L	Momens de stabilité absolus. M
FRÉGATES.	$\frac{x^{\frac{7}{6}}}{48}$	$\frac{x^{\frac{1}{2}}}{1,289}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{49,65\, x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{7}{6}}}{64}$	$\frac{x^3}{56}\left(\frac{49,65\, x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{7}{6}}}{64}\right)$
HECKBOTTS *ou* PINQUES.	$\frac{x^{\frac{139}{120}}}{45,54}$	$\frac{x^{\frac{21}{40}}}{1,651}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{38,8\, x^{\frac{21}{40}} - x^{\frac{139}{120}}}{64}$	$\frac{x^3}{54}\left(\frac{38,8\, x^{\frac{21}{40}} - x^{\frac{139}{120}}}{64}\right)$
CHATTES *ou* BARQUES.	$\frac{x^{\frac{23}{20}}}{43,2}$	$\frac{x^{\frac{11}{20}}}{2,147}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{30\, x^{\frac{11}{20}} - x^{\frac{23}{20}}}{64}$	$\frac{x^3}{52}\left(\frac{30\, x^{\frac{11}{20}} - x^{\frac{23}{20}}}{64}\right)$
BATIMENS PLATS *ou* de peu de tirant-d'eau.	$\frac{x}{26}$	$\frac{x^{\frac{1}{2}}}{1,341}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{24,23\, x^{\frac{1}{2}} - x}{32,5}$	$\frac{x^3}{63}\left(\frac{24,23\, x^{\frac{1}{2}} - x}{32,5}\right)$

N°. 2.

Proportions de Bâtimens Marchands, calculées d'après les regles de la Table précédente N°. 1. Frégates.

Numéros.	Poids en lastes fortes.	Déplacemens.	Longueurs de tête en tête.	Largeurs.	Aires du maître couple.	Tirant-d'eau au ⊕ sur la quille.	Tirant-d'eau. de l'arrie.	Tirant-d'eau. de l'ava.	Haut. de la qui.	Aire du plan de flottaison supér.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du mi.	Quant. dont le ⊕ est en av. du mil. de la long. de tête en tête.
		pi. cub.	pieds.	pieds.	pi. qua.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds	pi. qu.	pieds	pieds.
1	500	85510	168,6	43,71	760,9	20,81	23,62	21,61	1,66	5853	2,37	12,04
2	480	81890	166,1	43,21	739,5	20,51	23,30	21,31	1,65	5700	2,33	11,86
3	460	78280	163,6	42,69	717,9	20,20	22,97	21,00	1,64	5545	2,30	11,69
4	440	74680	161,1	42,16	694,4	19,89	22,63	20,71	1,63	5388	2,26	11,51
5	420	71090	158,5	41,61	673,8	19,57	22,29	20,37	1,62	5229	2,23	11,32
6	400	67520	155,8	41,04	651,3	19,23	21,92	20,03	1,61	5066	2,18	11,13
7	380	63950	153,0	40,45	628,4	18,89	21,56	19,69	1,60	4900	2,05	10,93
8	360	60390	150,1	39,84	605,2	18,53	21,17	19,33	1,59	4732	2,10	10,72
9	340	56840	147,1	39,20	581,5	18,16	20,77	18,96	1,58	4560	2,07	10,51
10	320	53310	144,0	38,53	557,5	17,78	20,36	18,57	1,56	4384	2,03	10,29
11	300	49790	140,7	37,84	533,0	17,38	19,93	18,17	1,55	4205	1,98	10,05
12	280	46280	137,4	37,11	508,0	16,96	19,47	17,75	1,53	4022	1,93	9,81
13	260	42790	133,8	36,34	482,3	16,52	19,00	17,31	1,52	3833	1,88	9,56
14	240	39310	130,1	35,53	456,2	16,06	18,50	16,86	1,50	3640	1,82	9,29
15	220	35850	126,1	34,66	429,6	15,57	17,98	16,36	1,48	3442	1,77	9,01
16	200	32410	122,0	33,75	401,7	15,06	17,42	15,85	1,46	3234	1,72	8,71
17	180	28990	117,5	32,75	373,3	14,51	16,82	15,29	1,44	3022	1,65	8,39
18	160	25590	112,7	31,68	343,9	13,92	16,18	14,70	1,42	2799	1,58	8,05
19	140	22220	107,5	30,50	315,5	13,28	15,49	14,05	1,39	2568	1,51	7,68
20	120	18870	101,8	29,21	281,4	12,57	14,72	13,35	1,36	2324	1,43	7,27
21	100	15557	95,5	27,75	247,8	11,79	13,87	12,56	1,33	2066	1,34	6,82
22	90	13915	92,0	26,93	230,3	11,36	13,40	12,12	1,31	1929	1,30	6,57
23	80	12283	88,3	26,05	212,1	10,90	12,90	11,66	1,28	1790	1,24	6,31
24	70	10664	84,2	25,08	193,2	10,40	12,34	11,15	1,26	1640	1,17	6,01
25	60	9058	79,7	24,02	173,6	9,85	11,73	10,59	1,23	1484	1,11	5,69
26	50	7468	74,8	22,81	152,8	9,23	11,06	9,97	1,20	1318	1,05	5,34
27	40	5896	69,1	21,42	130,8	8,53	10,29	9,26	1,16	1141	0,97	4,94
28	30	4348	62,4	19,79	107,1	7,71	9,37	8,41	1,12	947	0,88	4,46
29	20	2830	54,1	17,61	80,7	6,68	8,23	7,37	1,06	729	0,70	3,86
30	10	1359	42,4	14,48	49,8	5,23	6,60	5,88	0,96	465	0,60	3,03

Proportions de Bâtimens Marchands, &c. Suite de la Table ci-contre. N°. 2.

Numéros.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement est en dessous de la flottaison.	Distances du métacentre au centre de gravité de déplacement.	Distances du métacentre au centre de gravité du Vaiss. avec sa charge.	Momens de stabilité absolus.	Hauteurs du grand mât, relativement à la stab. — au-dessus du cent. de grav. du Vaiss.	En dessous du cent. de gravité.	Long. totale.	Poids de la maîtr. ancre.		Nombres d'Equipage.	Nombres qui, × le déplacement, & divisés par la long. de tête en tête = l'aire du ⊕ coup.
	pieds.	pieds.	pieds.		pieds.	pieds.	pieds.	sk.	lis.		
1	8,253	10,072	3,883	332000	94,78	15,28	110,06	16	—	57	1,500
2	8,115	10,000	3,914	320500	93,68	15,06	108,74	15	14	55	
3	7,975	9,925	3,942	308600	92,52	14,85	107,37	15	8	52	
4	7,830	9,847	3,975	296850	91,31	14,62	105,93	15	1	50	
5	7,681	9,767	4,006	284826	90,04	14,36	104,40	14	13	47	
6	7,529	9,684	4,036	272520	88,74	14,15	102,89	14	5	45	1,504
7	7,371	9,596	4,067	260100	87,37	13,90	101,27	13	17	42	
8	7,209	9,505	4,099	247500	85,95	13,64	99,59	13	8	39	
9	7,041	9,409	4,128	234650	84,45	13,37	97,80	12	16	37	
10	6,868	9,309	4,157	221550	82,84	13,10	95,94	12	4	35	
11	6,688	9,204	4,187	208500	81,16	12,82	93,98	11	12	34	
12	6,500	9,092	4,217	195200	79,40	12,52	91,92	11	—	32	1,508
13	6,305	8,975	4,245	181640	77,51	12,19	89,70	10	8	30	
14	6,101	8,848	4,273	167990	75,53	11,87	87,40	9	16	28	
15	5,886	8,713	4,299	154100	73,38	11,51	84,89	9	3	27	
16	5,659	8,568	4,324	140120	71,10	11,14	82,24	8	10	25	
17	5,419	8,410	4,346	125960	68,62	10,74	79,36	7	17	23	
18	5,162	8,237	4,365	111710	65,92	10,31	76,23	7	4	21	1,510
19	4,886	8,045	4,381	97330	62,96	9,85	72,81	6	10	19	
20	4,586	7,830	4,391	82850	59,67	9,34	69,01	5	16	17	
21	4,254	7,582	4,391	68202	55,95	8,77	64,72	5	1	15	
22	4,075	7,425	4,388	61052	53,89	8,45	62,34	4	13	13	
23	3,881	7,289	4,380	53795	51,67	8,12	59,79	4	5	12	
24	3,673	7,119	4,366	46555	49,24	7,75	56,99	3	17	11	1,525
25	3,447	6,928	4,344	39340	46,55	7,35	53,90	3	9	10	
26	3,198	6,709	4,311	32190	43,55	6,90	50,45	3	—	9	
27	2,917	6,450	4,263	25140	40,09	6,38	46,47	2	11	7	
28	2,591	6,130	4,186	18200	36,00	5,79	41,79	2	1	6	
29	2,193	5,707	4,061	11494	30,89	5,03	35,92	1	10	4	
30	1,648	5,050	3,814	5182	23,69	3,95	27,64	—	18	3	1,553

N°. 3.

Proportions pour les Bâtimens Marchands : Heckbotts ou Pinques.

Numéros.	Ports en lastes fortes.	Déplacemens.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Aires du ⊕ couple.	Tirant-d'eau au ⊕ sur quille.	Tirans-d'eau. Arriere.	Tirans-d'eau. Avant.	Hauteurs de la quille.
	p. cubi.	pieds.	pieds.	pieds.	p. qua.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.
4	440	69940	155,7	39,71	644,1	18,97	21,46	19,81	1,54
5	420	66600	153,2	39,20	623,8	18,67	21,14	19,60	1,53
6	400	63260	150,6	38,69	603,2	18,36	20,80	19,19	1,51
7	380	59940	147,9	38,10	580,9	18,03	20,46	18,86	1,50
8	360	56620	145,1	37,54	561,0	17,70	20,10	18,52	1,49
9	340	53310	142,3	36,94	539,3	17,35	19,73	18,17	1,48
10	320	50020	139,3	36,32	517,2	17,00	19,35	17,81	1,46
11	300	46740	136,1	35,66	494,7	16,62	18,94	17,43	1,45
12	280	43460	132,9	34,97	471,8	16,23	18,52	17,04	1,44
13	260	40200	129,5	34,26	448,3	15,82	18,08	16,62	1,42
14	240	36950	125,9	33,49	424,3	15,39	17,62	16,19	1,40
15	220	33720	122,1	32,69	399,6	14,93	17,13	15,72	1,38
16	200	30500	118,1	31,82	374,2	14,45	16,61	15,24	1,36
17	180	27300	113,8	30,90	348,0	13,94	16,05	14,71	1,34
18	160	24120	109,2	29,89	320,9	13,38	15,45	14,15	1,32
19	140	20950	104,2	28,79	292,7	12,78	14,80	13,54	1,29
20	120	17810	98,7	27,57	263,2	12,12	14,08	12,86	1,26
21	100	14703	92,6	26,20	232,1	11,38	13,28	12,11	1,23
22	90	13159	89,2	25,44	215,9	10,97	12,84	11,70	1,21
23	80	11625	85,6	24,60	199,1	10,53	12,36	11,25	1,19
24	70	10101	81,7	23,70	181,5	10,03	11,81	10,74	1,17
25	60	8588	77,4	22,69	163,3	9,54	11,28	10,24	1,14
26	50	7088	72,6	21,57	144,0	8,56	10,64	9,64	1,11
27	40	5605	67,1	20,25	123,5	8,29	9,91	8,96	1,07
28	30	4141	60,6	18,68	101,3	7,51	9,05	8,16	1,03
29	20	2702	52,6	16,67	76,6	6,53	7,96	7,15	0,97
30	10	1302	41,3	13,72	47,5	5,14	6,40	5,72	0,87

Proportions pour les Bâtimens Marchands : Heckbotts ou Pinques.
Suite de la Table ci-contre, N°. 3.

Numéros.	Aires du plan de flottaison supérieure.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du milieu.	Quantités dont le ⊕ est en avant du vrai milieu de la longueur de tête en tête.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement est en dessous de la flottaison.	Distances du métacentre au centre de gravité du déplacement.	Distances du métacentre au centre de gravité du Vaisseau avec sa charge.	Momens de stabilité absolu.	Nombres qui, × le déplacement, & divisés par la longueur de tête en tête = l'aire du ⊕ couple.
	pieds. qu.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		
4	5093	2,20	11,97	7,605	8,576	3,171	221720	1,434
5	4943	2,15	11,78	7,463	8,502	3,202	213220	
6	4790	2,11	11,58	7,316	8,426	3,228	204230	
7	4634	2,07	11,37	7,165	8,347	3,257	195200	
8	4474	2,03	11,16	7,009	8,264	3,284	185940	
9	4312	2,00	10,94	6,848	8,178	3,312	176610	
10	4146	1,95	10,71	6,682	8,087	3,339	167020	1,440
11	3976	1,91	10,47	6,509	7,991	3,367	157370	
12	3804	1,87	10,22	6,329	7,890	3,394	147500	
13	3625	1,82	9,96	6,132	7,783	3,428	137810	
14	3442	1,76	9,68	5,944	7,669	3,447	126780	
15	3255	1,71	9,39	5,738	7,547	3,472	117070	1,447
16	3059	1,66	9,08	5,552	7,416	3,495	106610	
17	2859	1,60	8,75	5,289	7,273	3,519	96050	
18	2649	1,53	8,40	5,041	7,118	3,536	85262	
19	2430	1,46	8,01	4,775	6,986	3,555	74480	
20	2199	1,39	7,59	4,485	6,750	3,564	79930	1,458
21	1955	1,30	7,12	4,168	6,527	3,567	52450	
22	1827	1,25	6,86	3,990	6,401	3,569	46960	
23	1692	1,20	6,58	3,804	6,264	3,564	41430	
24	1551	1,15	6,28	3,603	6,112	3,553	35890	
25	1405	1,08	5,95	3,384	5,941	3,539	28070	1,471
26	1249	1,02	5,58	3,135	5,745	3,514	24910	
27	1081	0,95	5,16	2,870	5,514	3,475	19475	
28	898	0,87	4,66	2,553	5,228	3,415	14141	
29	690	0,77	4,04	2,166	4,852	3,316	8958	
30	441	0,70	3,17	1,634	4,271	3,113	4054	1,506

No. 4.

Proportions de Bâtimens Marchands : Chattes & Barques.

Numéros.	ports en lastes fortes.	Déplacemens.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Aires du ⊕ couple.	Tirans-d'eau au ⊕ couple sur quille.	Tirans-d'eau *arriere.*	Tirans-d'eau *avant.*	Hauteurs de la quille.	Aires du plan de flottaison supérieure.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du milieu.
		p. cubi.	pieds.	pieds.	p. qua.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds	pieds qu.	pieds.
7	380	56880	143,5	36,02	544,1	17,30	19,58	18,12	1,43	4432	2,15
8	360	53750	140,9	35,48	524,4	16,99	19,24	17,80	1,41	4280	2,10
9	340	50620	138,1	34,91	504,4	16,66	18,89	17,47	1,40	4126	2,07
10	320	47510	135,2	34,33	484,0	16,32	18,52	17,12	1,38	3968	2,03
11	300	44400	132,2	33,70	463,2	15,97	18,15	16,77	1,37	3802	1,98
12	280	41300	129,0	33,07	441,9	15,60	17,75	16,39	1,35	3636	1,92
13	260	38230	125,7	32,39	420,2	15,22	17,33	16,00	1,33	3468	1,88
14	240	35140	122,3	31,68	397,2	14,71	16,89	15,58	1,32	3293	1,83
15	220	32080	118,6	30,92	375,0	14,38	16,42	15,14	1,30	3113	1,78
16	200	29350	115,1	30,19	353,9	13,98	16,00	14,73	1,28	2938	1,73
17	180	26000	110,6	29,23	327,1	13,44	15,41	14,18	1,25	2737	1,66
18	160	22980	106,1	28,28	301,9	12,92	14,84	13,65	1,23	2540	1,59
19	140	19983	101,3	27,25	275,6	12,35	14,22	13,07	1,20	2321	1,51
20	120	17002	96,0	26,10	248,1	11,72	13,54	12,42	1,17	2105	1,44
21	100	14046	90,1	24,81	219,2	11,02	12,78	11,71	1,13	1870	1;35
22	90	12579	86,8	24,09	204,0	10,64	12,35	11,31	1,11	1747	1,30
23	80	11155	83,4	23,33	188,7	10,23	11,91	10,90	1,09	1623	1,25
24	70	9667	79,5	22,45	171,9	9,77	11,49	10,42	1,06	1486	1,20
25	60	8225	75,3	21,51	154,8	9,28	10,86	9,91	1,03	1345	1,13
26	50	6795	70,7	20,44	136,7	8,7[illegible]	10,25	9,35	1,00	1195	1,06
27	40	5378	65,4	19,20	117,4	8,09	9,56	8,69	0,96	1034	1,00
28	30	3979	59,1	17,72	96,5	7,34	8,73	7,92	0,92	859	0,90
29	20	2602	51,3	15,82	73,3	6,40	7,68	6,95	0,85	661	0,80
30	10	1258	40,3	13,04	45,7	5,07	6,19	5,56	0,76	424	0,70

Proportions de Bâtimens Marchands : Chattes & Barques.
Suite de la Table ci-contre, N°. 4.

Numéros.	Quantités dont le ⊕ couple est en avant du mil. de la long. de tête en tête.	Quantités dont le centre de grav. du déplac. est en dessous de la flottais.	Distances du métacentre au centre de gravité du déplacement.	Dist. du métacentre au centre de grav. du Vaisseau avec la charge.	Momens de stabilité absolue.	Haut. du grand mât, relativ. à la stabilité. En dessus du centre de grav.	En dessous du centre de grav.	Longueur totale.	Poids de la maîtresse ancre.		Nombres d'Equipages.	Nomb. qui, × le déplac. & divisés par la long. de tête en tête = l'aire du ⊕ couple.
	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		pieds.	pieds.	pieds.	sk.	lisp		
7	11,96	6,999	7,153	2,474	140700	74,54	12,07	86,61	10	15	27	1,390
8	11,73	6,849	7,080	2,502	134400	73,41	11,88	85,29	10	6	26	
9	11,50	6,693	7,002	2,528	127980	72,21	11,65	83,86	9	17	25	
10	11,26	6,517	6,921	2,556	121440	70,95	11,43	82,38	9	8	24	
11	11,01	6,366	6,836	2,583	114690	69,61	11,19	80,80	8	19	23	
12	10,75	6,191	6,746	2,609	107780	68,20	10,94	79,14	8	10	22	
13	10,47	6,010	6,650	2,637	100810	66,69	10,69	77,38	8	1	20	
14	10,19	5,820	6,549	2,662	93570	65,05	10,41	75,46	7	12	19	
15	9,88	5,620	6,441	2,688	86230	63,30	10,12	73,42	7	3	18	
16	9,59	5,432	6,336	2,711	79590	61,63	9,87	71,50	6	14	17	
17	9,21	5,185	6,197	2,738	71180	59,38	9,48	68,86	6	5	16	
18	8,84	4,946	6,058	2,761	63460	57,15	9,12	66,27	5	14	14	1,400
19	8,44	4,687	5,905	2,778	55520	54,66	8,73	63,39	5	3	13	
20	7,99	4,406	5,733	2,797	47550	51,91	8,31	60,22	4	11	12	
21	7,50	4,095	5,735	2,808	39440	48,77	7,83	56,60	3	19	11	
22	7,23	3,925	5,412	2,809	35340	47,02	7,56	54,58	3	13	9	
23	6,95	3,748	5,307	2,811	31360	45,18	7,28	52,46	3	7	8	
24	6,62	3,549	5,169	2,806	27130	43,05	6,96	50,01	3	1	8	1,413
25	6,28	3,335	5,018	2,799	23020	40,76	6,63	47,39	2	14	7	
26	5,89	3,100	4,846	2,784	18920	38,22	6,24	44,46	2	7	6	
27	5,45	2,834	4,642	2,759	14842	35,21	5,80	41,01	2		6	
28	4,93	2,525	4,393	2,715	10806	31,68	5,28	36,96	1	12	4	
29	4,28	2,145	4,064	2,641	6871	27,24	4,62	31,86	1	4	3	
30	3,35	1,624	3,557	2,483	3125	20,95	3,69	24,64		14	3	1,464

N°. 5.

Proportions de Bâtimens Marchands de peu de tirant-d'eau, pleins, en forme de Barques.

Numéros.	Ports en laſts fortes.	Déplacemens.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Aires du ⊕ couple.	Tirans-d'eau au ⊕ ſur quille.	Tirans-d'eau. *Arrière.*	Tirans-d'eau. *Avant.*	Hauteurs de la quille.	Aires du plan de flottaiſon ſupérieure.
		p. cub.	pieds.	pieds.	p. quar.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds quar.
10	320	44400	140,9	32,74	403,4	13,35	15,21	14,08	1,21	3908
11	300	41500	137,8	32,15	386,6	13,08	14,92	13,81	1,20	3749
12	280	38080	134,5	31,54	369,3	12,80	14,61	13,52	1,18	3588
13	260	35720	131,0	30,89	351,5	12,50	14,29	13,22	1,17	3421
14	240	32840	127,4	30,21	333,4	12,19	13,96	12,99	1,15	3250
15	220	29990	123,6	29,48	314,7	11,86	13,60	12,57	1,13	3074
16	200	27140	119,6	28,70	295,4	11,51	13,22	12,21	1,12	2891
17	180	24300	115,2	27,88	275,4	11,14	12,81	11,82	1,09	2703
18	160	21480	110,6	26,97	254,7	10,73	12,36	11,40	1,07	2506
19	140.	18670	105,6	25,99	233,1	10,29	11,88	10,95	1,05	2302
20	120	15900	100,1	24,90	210,6	9,81	11,35	10,45	1,02	2086
21	100	13130	93,9	23,65	186,5	9,26	10,75	9,89	0,99	1855
22	90	11756	90,5	22,97	173,9	8,96	10,41	9,57	0,97	1734
23	80	10391	86,8	22,23	160,8	8,63	10,05	9,23	0,95	1609
24	70	9034	82,9	21,41	147,1	8,28	9,66	8,88	0,93	1476
25	60	7687	78,5	20,51	132,8	7,89	9,23	8,46	0,90	1338
26	50	6350	73,7	19,48	117,7	7,45	8,75	8,01	0,87	1190
27	40	5027	68,2	18,31	101,5	6,94	8,18	7,49	0,84	1038
28	30	3719	61,6	16,90	83,9	6,34	7,52	6,88	0,80	850
29	20	2432	53,5	15,02	64,1	5,58	6,67	6,08	0,75	658
30	10	1176	42,0	12,43	40,4	4,49	5,44	4,94	0,66	424

Proportions de Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre. N°. 5.

Numéros.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du milieu.	Quantités dont le ⊕ est en avant du milieu de la longueur de tête en tête.	Quantités dont le centre de gravité du déplacem. est en dessous de la flot.	Distances du métacentre au centre de gravité du déplacement.	Distance du métac. au centre de grav. du Vaisseau & de la charge.	Momens de stabilité absolue.	*Hauteurs du grand mât, relativement à la stab.* En-dessus du c. de grav. du Vaisseau.	En dessous du cent. de gravité.	Long. totale.	Nombres qui, × le déplacement, & divisés par la long. de tête en tête = l'aire du ⊕ couple.
	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		pieds.	pieds.	pieds.	
10	2,12	10,84	5,419	8,852	4,514	200400	83,64	9,55	93,19	1,280
11	2,07	10,59	5,298	8,752	4,511	187200	81,76	9,36	91,12	
12	2,05	10,34	5,172	8,648	4,505	173900	79,79	9,17	88,96	
13	1,96	10,08	5,040	8,537	4,501	160790	77,73	8,96	86,69	
14	1,91	9,80	4,901	8,418	4,495	147660	75,56	8,75	84,31	
15	1,85	9,51	4,755	8,291	4,486	134520	73,24	8,52	81,76	1,300
16	1,80	9,19	4,599	8,154	4,474	121400	70,76	8,36	79,12	
17	1,74	8,86	4,443	8,005	4,458	108340	68,13	8,01	76,14	
18	1,67	8,51	4,255	7,843	4,437	95300	65,29	7,73	73,02	
19	1,59	8,12	4,060	7,662	4,412	82400	62,20	7,42	69,62	
20	1,50	7,69	3,849	7,460	4,360	69360	58,81	7,09	65,90	1,325
21	1,41	7,22	3,610	7,225	4,336	56910	54,98	6,71	61,69	
22	1,36	6,97	3,480	7,093	4,308	50640	52,89	6,50	59,39	
23	1,31	6,68	3,339	6,949	4,277	44440	50,62	6,27	56,89	
24	1,24	6,37	3,187	6,788	4,237	38280	48,17	6,02	54,19	
25	1,18	6,04	3,020	6,608	4,190	32220	45,48	5,79	51,27	1,356
26	1,11	5,66	2,834	6,401	4,132	26240	42,49	5,44	47,93	
27	1,02	5,24	2,622	6,157	4,062	20420	39,05	5,07	44,12	
28	0,93	4,74	2,371	5,855	3,960	14727	35,02	4,65	39,67	
29	0,80	4,11	2,058	5,455	3,806	9256	30,01	4,11	34,12	
30	0,63	3,23	1,616	4,833	3,544	4170	23,00	3,33	26,33	1,442

N°. 6.

Proportions de Corsaires, d'après les formules de la page 90.

Numéros.	ARTILLERIE. Canons. En batterie. Nombres.	calib.	Sur les gaill. nombres.	calib.	Canons de chasse. nombres.	calib.	Pierriers. nombres.	calib.	Longueurs de tête en tête de dehors en dehors.	Largeurs en dehors des membres à la ligne de flottaison.	Déplacemens.	$\int i\, y^3\, dx$.	Aires du plan de flottaison supérieure.	Aires du ⊕ couple.
		liv.		liv.		liv.		liv.	pieds.	pieds.	p. cubi.		p. quar.	p. qua.
1	28	18	12	6	—	—	—	—	161,52	41,16	47170	558500	5086	452,3
2	26	18	10	6	—	—	—	—	155,65	39,82	42330	486200	4747	422,0
3	26	12	10	4	—	—	—	—	142,38	36,74	31910	348100	3995	350,8
4	24	12	8	4	—	—	—	—	138,24	35,78	29140	311600	3769	330,7
5	24	8	8	3	—	—	—	—	126,75	33,10	22080	225400	3184	275,3
6	22	8	—	—	—	—	—	—	119,78	31,45	18430	182060	2853	244,3
7	22	6	—	—	—	—	—	—	112,60	29,75	15064	143350	2530	213,5
8	20	6	—	—	—	—	—	—	109,84	29,09	13907	131545	2411	202,5
9	18	6	—	—	—	—	—	—	106,94	28,40	12749	118970	2288	191,1
10	16	6	—	—	—	—	—	—	103,82	27,65	11577	106470	2160	179,2
11	14	6	—	—	—	—	—	—	100,46	26,84	10395	94130	2027	166,7
12	12	6	—	—	—	—	—	—	96,76	25,96	9185	81780	1884	153,4
13	10	6	—	—	—	—	—	—	92,70	24,97	7967	69620	1734	139,4
14	8	6	—	—	—	—	—	—	88,01	23,83	6698	57300	1567	124,0
15	—	—	—	—	1	12	16	3	81,31	22,19	5175	42590	1343	104,38
16	—	—	—	—	1	8	16	2	74,60	20,54	3845	30825	1136	85,13

Proportions de Corsaires, &c. Suite de la Table ci-contre, N°. 6.

Numéros.	Hauteurs de la flottaison au-dessus de la rablure prise au ⊕ couple.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement est en dessous de la flottaison.	Hauteurs du métacentre au-dessus de l'eau.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du milieu.	Quantités dont le ⊕ est en avant du milieu de la longueur de tête en tête.	Différences de tirans-d'eau.	Quantités de lest en pieds cubiques d'eau de mer.	Centre de gravité du lest en dessous de la flottaison.	Nombres d'Equipages.	Mois de vivres.	Momens de la voilure par rapport au centre de gravité ou à la flottaison.	Hauteurs de la batterie au-dessus de l'eau.	Nombres qui, × par le déplacement, & divisés par la longueur de tête en tête = l'aire du ⊕ couple.
	pieds.	pieds.	pieds	pieds	pieds	pieds	p. cub.	pieds.	nom			pieds	
1	15,40	5,84	6	1,61	8,10	1,66	4224	13,00	400	4,00	1935000	8,50	1,548
2	14,80	5,485	6	1,56	7,86	1,62	3705	12,34	381	4,00	1679100	7,—	1,552
3	13,50	4,907	6	1,42	7,21	1,53	2861	10,89	312	3,52	1303800	6,50	1,565
4	13,16	4,695	6	1,38	7,03	1,51	2616	10,45	296	3,43	1202400	6,—	1,568
5	12,10	4,205	6	1,27	6,50	1,42	2020	9,26	244	3,10	938000	5,75	1,580
6	11,40	3,878	6	1,20	6,17	1,37	1676	8,55	217	2,92	797700	5,50	1,588
7	10,70	3,582	6	1,13	5,86	1,34	1393	7,84	188	2,71	665600	5,25	1,595
8	10,40	3,459	6	1,10	5,70	1,30	1286	7,57	178	2,64	619525	5,—	1,600
9	10,10	3,331	6	1,07	5,56	1,28	1183	7,29	168	2,56	573100	4,75	1,603
10	9,80	3,197	6	1,04	5,41	1,25	1070	7,00	157	2,47	525600	4,50	1,607
11	9,50	3,055	6	1,00	5,23	1,23	959	6,68	146	2,38	477100	4,25	1,612
12	9,20	2,903	6	0,97	5,08	1,20	856	6,34	134	2,28	426855	4,—	1,616
13	8,80	2,738	6	0,93	4,89	1,17	742	5,97	121	2,16	375600	3,75	1,622
14	8,40	2,555	6	0,88	4,65	1,13	626	5,55	107	2,03	321268	3,50	1,629
15	7,70	2,230	6	0,81	4,32	1,08	503½	4,97	86	1,81	254900	4,—	1,640
16	7,10	2,018	6	0,75	4,02	1,02	367	4,41	69	1,62	194850	3,75	1,651

No. 7.

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands à trois mâts : en forme de Frégate.

Numéros	Long. de tête entière.	Largeurs.	Grand mât. longueur.	Grand mât. épaisseur.	Grand mât de hune. longueur.	Grand mât de hune. épaisseur.	grand mât de Perroquet longueur.	grand mât de Perroquet épaisseur.	Epaisseur du mât de misaine.	Petit mât de hune. longueur.	Petit mât de hune. épaisseur.	Petit mât de Perroquet longueur.	Petit mât de Perroquet épaisseur.	Epaisseur du mât d'artimon.	Mât de perroquet de fougue. longueur.	Mât de perroquet de fougue. épaisseur.
	pieds.	pieds.	pieds.	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.
1	168,6	43,71	103,0	35,2	60,0	19,2	32,5	9,7	34,0	54,0	18,2	29,0	8,7	23,5	43,5	12,9
2	166,1	43,21	102,0	34,6	59,2	19,0	32,2	9,6	33,4	53,5	18,0	28,7	8,7	23,1	43,0	12,7
3	163,6	42,69	101,0	34,1	58,5	18,7	32,0	9,5	32,7	52,7	17,7	28,5	8,6	22,7	42,5	12,6
4	161,1	42,16	99,7	33,5	57,7	18,5	31,5	9,4	32,1	52,0	17,5	28,2	8,5	22,4	42,0	12,5
5	158,5	41,61	98,5	33,0	57,0	18,2	31,0	9,2	31,5	51,2	17,2	28,0	8,4	22,0	41,5	12,4
6	155,8	41,04	97,2	32,4	56,2	18,0	30,5	9,1	30,9	50,5	17,0	27,7	8,2	21,6	41,0	12,2
7	153,0	40,45	96,0	31,7	55,5	17,7	30,0	9,0	30,2	49,7	16,7	27,2	8,1	21,2	40,5	12,0
8	150,1	39,84	94,7	31,1	54,7	17,5	29,5	8,9	29,5	49,0	16,5	26,7	8,0	20,9	40,0	11,7
9	147,1	39,20	93,5	30,5	53,7	17,0	29,0	8,7	29,0	48,2	16,1	26,2	7,9	20,2	39,5	11,5
10	144,0	38,53	92,2	29,7	52,7	16,7	28,5	8,5	28,2	47,5	15,7	25,7	7,7	19,9	39,0	11,2
11	140,7	37,84	90,5	29,0	51,7	16,5	28,0	8,4	27,5	46,7	15,4	25,2	7,6	19,4	38,5	11,0
12	137,4	37,11	88,7	28,2	50,7	16,0	27,5	8,2	26,9	45,7	15,0	24,7	7,5	19,0	37,7	10,7
13	133,8	36,34	87,0	27,5	49,7	15,7	27,0	8,0	26,1	44,7	14,6	24,2	7,4	18,4	37,0	10,5
14	130,1	35,53	85,2	26,7	48,7	15,4	26,5	7,9	25,4	43,7	14,2	23,7	7,2	18,0	36,2	10,2
15	126,1	34,66	83,2	25,9	47,5	15,0	25,7	7,6	24,5	42,7	13,9	23,2	7,1	17,2	35,5	10,0
16	122,0	33,75	81,2	25,0	46,2	14,5	25,0	7,5	23,7	41,7	13,5	22,5	6,9	16,6	34,7	9,6
17	117,5	32,75	79,0	24,0	44,7	14,0	24,2	7,2	22,7	40,5	13,1	21,7	6,6	16,0	34,0	9,5
18	112,7	31,68	76,7	23,0	43,2	13,5	23,5	7,0	21,9	39,0	12,7	21,0	6,4	15,4	33,0	8,9
19	107,5	30,50	74,0	21,7	41,7	13,0	22,5	6,7	20,6	37,5	12,4	20,2	6,1	14,6	32,0	8,5
20	101,8	29,21	71,2	20,5	40,0	12,4	21,5	6,5	19,5	36,0	12,0	19,5	5,9	13,7	30,7	8,1
21	95,5	27,75	68,0	19,2	38,0	11,6	20,5	6,1	18,2	34,0	11,2	18,5	5,5	13,0	29,2	7,7
22	92,0	26,93	66,0	18,5	37,0	11,2	20,0	6,0	17,5	33,0	10,9	18,0	5,4	12,5	28,5	7,5
23	88,3	26,05	64,0	17,6	35,7	10,9	19,2	5,7	16,7	32,0	10,5	17,5	5,1	12,0	27,7	7,2
24	84,2	25,08	62,0	16,9	34,2	10,5	18,5	5,5	16,0	30,7	10,0	16,7	5,0	11,4	27,0	7,0
25	79,7	24,02	59,5	15,9	32,7	10,0	17,7	5,2	15,0	29,5	9,5	16,0	4,7	10,6	26,0	6,7
26	74,8	22,81	56,7	14,7	31,0	9,4	16,7	5,0	14,0	28,0	9,0	15,2	4,5	9,7	24,7	6,4
27	69,1	21,42	53,5	13,6	29,2	8,7	15,7	4,7	13,0	26,2	8,2	14,2	4,2	9,0	23,5	6,0
28	62,4	19,79	49,7	12,2	27,0	8,0	14,5	4,4	11,6	24,2	7,5	13,0	4,0	8,1	21,7	5,7

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre, N°. 7.

Numéros.	Mât de beaupré. longueur.	Mât de beaupré. épaisseur.	Epaisseur du bout-dehors du beaupré.	Longueur du ton du grand mât.		Longueur du ton du mât de misaine.		Longueur du ton du mât d'artimon.		Quantité dont le mât de misaine est en dessous du grand mât.		Grande vergue. longueur.	Grande vergue. épaisseur.	Grande vergue de hune. longueur.	Grande vergue de hune. épaisseur.	Grande vergue de perroquet. longueur.	Grande vergue de perroquet. épaisseur.	Vergue de misaine. longueur.	Vergue de misaine. épaisseur.
	pieds	pouc.	pouc.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.
1	48,5	34,6	14,4	14	4	12	10	10	9	5	5	87,5	21,9	69,2	16,0	48,5	8,0	79,0	19,7
2	48,0	34,1	14,2	14	2	12	9	10	8	5	5	86,2	21,6	68,2	15,7	47,7	8,0	77,7	19,5
3	47,5	33,5	14,1	14	—	12	7	10	6	5	4	85,0	21,4	67,2	15,4	47,0	7,9	76,5	19,2
4	47,0	32,9	14,0	13	10	12	6	10	5	5	4	83,7	21,1	66,2	15,1	46,2	7,7	75,2	19,0
5	46,5	32,2	13,9	13	8	12	4	10	3	5	4	82,5	20,7	65,2	14,9	45,5	7,6	74,0	18,7
6	46,0	31,6	13,6	13	6	12	2	10	2	5	3	81,0	20,4	64,2	14,6	44,7	7,5	72,7	18,4
7	45,2	31,0	13,4	13	4	12	—	10	—	5	3	79,5	20,0	63,0	14,4	44,0	7,4	71,5	18,0
8	44,5	30,4	13,1	13	2	11	10	9	11	5	3	78,0	19,6	61,7	14,1	43,2	7,2	70,2	17,6
9	43,7	29,7	12,9	13	—	11	8	9	2	5	3	76,5	19,2	60,5	13,9	42,5	7,1	68,7	17,2
10	43,0	29,0	12,6	12	9	11	6	9	7	5	2	74,7	18,7	59,2	13,6	41,5	7,0	67,2	16,9
11	42,2	28,2	12,4	12	7	11	3	9	5	5	2	73,0	18,4	58,0	13,4	40,5	6,7	65,7	16,5
12	41,5	27,5	12,1	12	4	11	1	9	3	5	2	71,2	17,9	56,5	13,0	39,5	6,6	64,2	16,1
13	40,7	26,7	11,9	12	1	10	10	9	—	5	1	69,5	17,4	55,0	12,6	38,5	6,5	62,5	15,6
14	39,7	26,0	11,6	11	10	10	8	8	10	5	1	67,5	16,9	53,5	12,2	37,5	6,2	60,7	15,1
15	38,7	25,1	11,2	11	7	10	5	8	8	5	—	65,5	16,4	51,7	11,9	36,2	6,0	59,0	14,6
16	37,7	24,2	10,9	11	4	10	2	8	6	5	—	63,5	15,9	50,0	11,5	35,0	5,9	57,0	14,1
17	36,5	23,4	10,5	11	—	9	11	8	3	4	11	61,0	15,4	48,2	11,1	33,7	5,6	55,0	13,6
18	35,2	22,5	10,1	10	8	9	7	8	—	4	11	58,5	14,9	46,2	10,6	32,5	5,4	52,7	13,1
19	34,0	21,2	9,7	10	4	9	3	7	9	4	10	56,0	14,1	44,0	10,1	31,0	5,1	50,2	12,5
20	32,5	20,0	9,4	9	11	8	11	7	5	4	9	53,0	13,2	41,7	9,6	29,2	4,9	47,7	11,9
21	31,0	18,7	8,9	9	5	8	5	7	1	4	8	49,7	12,4	39,2	9,0	27,5	4,6	44,7	11,1
22	30,0	18,0	8,4	9	2	8	3	6	8	4	8	48,0	12,0	37,7	8,6	26,5	4,5	43,0	10,7
23	29,0	17,2	8,1	8	11	8	—	6	7	4	7	46,0	11,5	36,2	8,2	25,5	4,4	41,2	10,4
24	28,0	16,5	7,9	8	7	7	9	6	5	4	7	43,7	11,0	34,5	7,9	24,2	4,1	39,5	9,9
25	26,7	15,5	7,5	8	3	7	5	6	2	4	6	41,5	10,4	32,7	7,5	23,0	4,0	37,2	9,4
26	25,5	14,5	7,0	7	11	7	1	5	11	4	5	39,0	9,7	30,7	7,1	21,5	3,7	35,0	8,7
27	23,7	13,4	6,5	7	5	6	8	5	7	4	4	36,0	9,0	28,2	6,5	19,7	3,5	32,2	8,0
28	22,0	12,0	6,0	6	11	6	3	5	2	4	3	32,5	8,1	25,7	5,9	18,0	3,1	29,2	7,2

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table précédente, N°. 7.

Numéros.	Vergue du petit hunier.		Vergue du petit perroquet.		Vergue fêche.		Vergue du perroquet de fougue.		Vergue de civadiere.		Vergue de contre-civadiere.		Épaisseur verticale des longis. des hunes.			des croisettes.	
	longueur.	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*grand mât.*	*misaine.*	*artimon.*	*grand per.*	*petit per.*
	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pie	pouc.	pieds	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouces
1	62,2	14,2	43,7	7,2	61,0	12,7	50,0	11,5	62	13,0	43,5	8,0	14,5	13,7	8,7	6,2	5,9
2	61,5	14,1	43,2	7,1	60,2	12,6	49,5	11,4	61	12,9	43,0	8,0	14,2	13,6	8,5	6,1	5,7
3	60,5	13,9	42,5	7,0	59,5	12,5	49,0	11,1	60	12,6	42,2	7,9	14,1	13,5	8,4	6,0	5,6
4	59,5	13,6	41,7	6,9	58,7	12,4	48,5	11,0	59	12,4	41,5	7,7	14,0	13,2	8,2	6,0	5,6
5	58,5	13,4	41,0	6,9	58,0	12,1	47,5	10,9	58	12,1	40,7	7,6	13,7	13,1	8,2	5,9	5,5
6	57,5	13,1	40,2	6,7	57,2	12,0	46,7	10,7	57	12,0	40,0	7,5	13,5	13,0	8,1	5,7	5,5
7	56,5	12,9	39,5	6,6	56,2	11,7	46,0	10,5	56	11,7	39,2	7,4	13,5	12,7	8,0	5,7	5,4
8	55,5	12,6	38,7	6,5	55,2	11,6	45,2	10,4	55	11,5	38,5	7,2	13,2	12,5	8,0	5,7	5,2
9	54,5	13,4	38,0	6,4	54,2	11,4	44,5	10,1	54	11,2	37,7	7,1	13,0	12,2	7,9	5,5	5,1
10	53,2	12,1	37,2	6,1	53,2	11,1	43,7	10,0	53	11,1	37,0	7,0	12,7	12,1	7,7	5,5	5,0
11	52,0	11,9	36,5	6,0	52,2	11,0	42,7	9,7	52	11,0	36,2	6,7	12,5	11,9	7,5	5,2	5,0
12	50,7	11,6	35,7	5,9	51,2	10,7	41,7	9,5	51	10,7	35,5	6,6	12,2	11,6	7,4	5,2	4,9
13	49,5	11,4	34,7	5,7	50,0	10,5	40,7	9,4	50	10,5	34,7	6,5	12,0	11,4	7,2	5,0	4,9
14	48,0	11,1	33,7	5,6	48,7	10,2	39,7	9,1	49	10,2	34,0	6,2	11,7	11,1	7,0	5,0	4,7
15	46,5	10,7	32,7	5,4	47,5	10,0	38,7	8,9	47	9,9	33,0	6,8	11,5	10,9	6,7	4,7	4,5
16	45,0	10,4	31,7	5,2	46,0	9,7	37,7	8,5	45	9,5	31,7	5,9	11,2	10,5	6,7	4,6	4,4
17	43,5	10,0	30,5	5,0	44,5	9,4	36,5	8,2	43	9,0	30,5	5,6	11,0	10,2	6,5	4,5	4,2
18	42,0	9,6	29,2	4,9	42,7	9,0	35,2	8,0	41	8,6	28,7	5,4	10,7	9,9	6,2	4,5	4,1
19	40,0	9,2	27,7	4,6	41,0	8,6	33,7	7,6	39	8,1	27,5	5,1	10,2	9,5	6,0	4,2	3,9
20	37,7	8,7	26,2	4,4	39,0	8,1	32,0	7,2	37	7,7	26,0	4,9	9,5	9,0	5,7	4,0	3,7
21	35,2	8,1	24,7	4,1	37,0	7,7	30,2	7,0	35	7,4	24,5	4,6	9,0	8,5	5,5	3,7	3,6
22	34,0	7,9	23,7	4,0	35,7	7,5	29,2	6,7	33	7,0	23,5	4,5	8,7	8,2	5,2	3,6	3,5
23	32,7	7,5	22,7	3,9	34,5	7,2	28,2	6,5	32	6,7	22,5	4,4	8,5	8,0	5,0	3,5	3,4
24	31,2	7,1	21,7	3,6	33,0	7,0	27,0	6,1	31	6,5	21,5	4,1	8,2	7,7	4,7	3,5	3,1
25	29,5	6,7	20,7	3,4	31,5	6,6	25,7	5,9	29	6,0	20,2	4,0	7,7	7,2	4,5	3,2	3,0
26	27,7	6,2	19,2	3,2	29,7	6,2	24,5	5,5	27	5,6	19,0	3,7	7,2	6,9	4,2	3,2	2,9
27	25,5	5,7	17,7	3,0	27,7	5,7	22,7	5,1	25	5,2	17,5	3,5	6,7	6,4	4,0	3,0	2,6
28	23,0	5,2	16,0	3,0	25,2	5,2	20,7	4,6	23	4,9	16,0	3,1	6,2	6,1	3,7	2,7	2,5

Proportions

N°. 8.

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands à trois mâts : en forme de Barques.

Numéros.	Long. de tête en tête	Largeurs.	Grand mât.		Grand mât de hune.		grand mât de Perroquet		Epaisseur du mât de misaine.	Petit mât de hune.		Petit mât de Perroquet		Epaisseur du mât d'artimon.	Mât de perroquet de fougue.	
			longueur.	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*		*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*		*longueur.*	*épaisseur.*
	pieds.	pieds.	pieds.	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.
7	143,5	36,02	86,2	25,2	47,5	15,0	25,5	7,6	24,0	42,7	14,2	23,0	7,1	16,9	36,0	10,0
8	140,9	35,48	85,0	24,7	46,7	14,7	25,2	7,5	23,5	42,0	14,0	22,7	7,0	16,5	35,5	9,9
9	138,1	34,91	83,7	24,2	46,0	14,5	25,0	7,4	23,0	41,2	13,7	22,5	6,9	16,1	35,0	9,7
10	135,2	34,33	82,5	23,7	45,2	14,2	24,5	7,2	22,5	40,5	13,5	22,2	6,7	15,9	34,5	9,5
11	132,2	33,70	81,2	23,2	44,5	14,0	24,0	7,1	22,0	39,7	13,2	21,7	6,6	15,5	34,0	9,4
12	129,0	33,07	79,7	22,6	43,7	13,4	23,5	7,0	21,5	39,0	12,9	21,2	6,5	15,1	33,5	9,1
13	125,7	32,39	78,2	22,0	42,7	13,4	23,0	6,9	21,0	38,2	12,6	20,7	6,4	14,7	33,0	8,9
14	122,3	31,68	76,7	21,4	41,7	13,0	22,5	6,7	20,6	37,5	12,2	20,2	6,2	14,2	32,2	8,6
15	118,6	30,92	75,2	20,7	40,7	12,6	22,0	6,6	19,6	36,7	12,0	19,7	6,1	13,9	31,5	8,5
16	115,1	30,19	73,5	20,0	39,7	12,4	21,5	6,5	19,0	35,7	11,7	19,2	6,0	13,4	30,7	8,2
17	110,6	29,23	71,2	19,2	38,5	11,9	20,7	6,2	18,2	34,7	11,4	18,7	5,9	12,9	30,0	7,9
18	106,1	28,28	69,0	18,7	37,2	11,4	20,0	6,0	17,4	33,5	10,9	18,0	5,6	12,2	29,2	7,6
19	101,3	27,25	66,7	17,5	35,7	10,9	19,2	5,7	16,6	32,5	10,4	17,2	5,4	11,7	28,2	7,2
20	96,0	26,10	64,2	16,5	34,2	10,4	18,5	5,5	15,4	30,7	9,9	16,5	5,1	11,0	27,2	6,9
21	90,1	24,81	61,2	15,5	32,5	9,7	17,5	5,2	14,7	29,2	9,4	15,7	4,9	10,4	26,0	6,6
22	86,8	24,09	59,7	14,9	31,5	9,5	17,0	5,1	14,1	28,5	9,1	15,2	4,7	10,0	25,5	6,4
23	83,4	23,33	58,0	14,2	30,5	9,2	16,5	5,0	13,5	27,5	8,9	14,7	4,6	9,5	24,7	6,2
24	79,5	22,45	56,0	13,6	29,5	8,9	16,0	4,7	13,0	26,5	8,5	14,2	4,5	9,1	24,0	6,0
25	75,3	21,51	53,7	12,9	28,2	8,4	15,2	4,5	12,2	25,2	8,0	13,7	4,2	8,6	23,0	5,6
26	70,7	20,44	51,2	12,1	26,7	7,9	14,5	4,2	11,6	24,0	7,4	13,0	4,0	8,1	22,0	5,2
27	65,4	19,20	48,5	11,1	25,0	7,4	13,5	4,0	10,6	22,7	7,1	12,5	3,7	7,5	21,0	5,0
28	59,1	17,72	45,0	10,0	23,2	6,7	12,5	3,7	9,4	20,7	6,5	11,2	3,5	6,7	19,5	4,5

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.

Suite de la Table précédente, N°. 8.

Numéros.	Mât de beaupré. *longueur.*	Mât de beaupré. *épaisseur.*	Epaisseur du bout-dehors de beaupré.	Longueur du ton du grand mât.		Longueur du ton du mât de misaine.		Longueur du ton du mât d'artimon.		Quantité dont le mât est en dessous du grand mât.		Grande vergue. *longueur.*	Grande vergue. *épaisseur.*	Grande vergue de hune. *longueur.*	Grande vergue de hune. *épaisseur.*	Grande vergue de perroquet. *longueur.*	Grande vergue de perroquet. *épaisseur.*	Vergue de misaine. *longueur.*	Vergue de misaine. *épaisseur.*
	pieds	pouc.	pouc.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.
7	39,5	24,5	11,2	12	—	10	9	9	—	3	9	66,0	17,0	55,0	12,6	38,5	6,4	61,2	15,4
8	39,0	24,0	11,0	11	10	10	8	8	10	3	9	66,7	16,6	54,0	12,4	37,7	6,2	60,0	15,0
9	38,5	23,5	10,9	11	8	10	5	8	9	3	9	65,5	16,4	53,0	12,1	37,0	6,1	59,0	14,7
10	37,7	23,0	10,7	11	5	10	4	8	7	3	8	64,2	16,0	52,0	12,0	36,3	6,0	57,7	14,5
11	37,0	22,5	10,5	11	3	10	2	8	5	3	8	62,7	15,6	51,0	11,7	35,7	5,9	56,5	14,1
12	36,2	22,0	10,2	11	1	10	—	8	4	3	8	61,5	15,2	49,7	11,5	34,7	5,7	55,3	13,9
13	35,5	21,5	10,0	10	10	9	9	8	2	3	7	60,0	15,0	48,5	11,1	34,0	5,6	54,0	13,5
14	34,7	21,0	9,7	10	8	9	7	8	—	3	7	58,3	14,6	47,2	10,9	33,0	5,5	52,5	13,1
15	34,0	20,0	9,5	10	5	9	5	7	10	3	7	56,5	14,1	46,0	10,5	32,2	5,4	50,7	12,6
16	33,2	19,4	9,2	10	2	9	2	7	8	3	6	55,0	13,7	44,7	10,2	31,2	5,2	49,5	12,4
17	32,0	18,9	8,9	9	11	8	11	7	5	3	6	53,0	13,2	43,0	9,9	30,0	5,0	47,7	12,0
18	31,0	17,7	8,5	9	6	8	8	7	2	3	6	51,0	12,7	41,3	9,5	29,0	4,9	46,0	11,5
19	30,0	17,0	8,2	9	3	8	4	7	—	3	5	48,7	12,2	39,5	9,0	27,7	4,6	43,7	11,0
20	28,7	16,0	7,9	8	11	8	—	6	8	3	5	46,3	11,5	37,5	8,6	26,2	4,4	41,7	10,5
21	27,2	15,0	7,4	8	6	7	8	6	4	3	5	43,5	10,9	35,3	8,1	24,7	4,1	39,2	9,7
22	26,5	14,4	7,1	8	3	7	5	6	3	3	4	42,0	10,5	34,0	7,7	23,7	3,9	37,7	9,4
23	25,7	13,7	6,9	8	—	7	3	6	—	3	4	40,5	10,1	32,7	7,5	23,0	3,7	36,5	9,1
24	24,7	13,2	6,6	7	9	7	—	5	10	3	4	38,7	9,6	31,3	7,1	22,0	3,6	35,0	8,7
25	23,7	12,5	6,2	7	6	6	9	5	7	3	3	36,7	9,1	29,7	6,7	20,7	3,4	33,0	8,2
26	22,5	11,9	5,9	7	2	6	5	5	4	3	3	34,7	8,6	28,0	6,4	19,7	3,1	31,2	7,7
27	21,0	10,9	5,5	6	9	6	1	5	—	3	2	32,2	8,0	26,0	6,0	18,2	3,0	29,0	7,2
28	19,0	9,9	5,1	6	3	5	8	4	8	3	2	29,2	7,2	23,7	5,4	16,5	2,7	26,3	6,4

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre, N°. 8.

Numéros.	Vergue du petit hunier.		Vergue du petit perroquet.		Vergue seche.		Vergue de perroquet de fougue.		Vergue de civadiere		Vergue de contre-civadiere.		Épaisseur verticale des longis. des hunes.			des croisettes.	
	longueur.	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*grand mât.*	*misaine.*	*artimon.*	*grand per.*	*petit per*
	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouc
7	49,5	13,4	34,5	5,7	49,7	10,4	41,7	9,6	49,5	10,2	34,5	6,4	11,2	10,7	7,0	5,0	4,6
8	48,5	11,1	34,0	5,6	48,7	10,2	41,0	9,4	48,5	10,1	34,0	6,2	11,1	10,6	6,9	4,9	4,5
9	47,7	11,0	33,3	5,5	48,0	10,0	40,3	9,2	47,7	10,0	33,3	6,1	11,0	10,4	6,7	4,7	4,4
10	46,7	10,7	32,7	5,4	47,3	9,9	39,7	9,1	46,7	9,7	32,7	6,0	10,7	10,2	6,6	4,6	4,2
11	45,7	10,5	32,2	5,2	46,3	9,7	39,0	9,0	45,7	9,6	32,2	5,9	10,7	10,0	6,5	4,5	4,1
12	44,7	10,2	31,2	5,1	45,3	9,5	38,2	8,7	44,7	9,2	31,2	5,7	10,5	9,7	6,4	4,4	4,0
13	43,7	10,0	30,7	5,0	44,3	9,2	37,3	8,5	43,7	9,1	30,7	5,6	10,2	9,6	6,2	4,4	4,0
14	42,5	9,7	29,7	4,9	43,5	9,1	36,5	8,4	42,5	8,9	29,7	5,5	10,0	9,4	6,0	4,2	4,0
15	41,5	9,5	29,0	4,7	42,5	8,9	35,7	8,2	41,5	8,7	29,0	5,4	9,7	9,1	5,9	4,1	3,9
16	40,2	9,2	28,0	4,6	41,2	8,6	34,7	8,1	40,2	8,4	28,0	5,2	9,5	8,9	5,7	4,0	3,9
17	38,7	9,0	27,0	4,5	39,7	8,4	33,5	7,7	38,7	8,1	27,0	5,0	9,2	8,6	5,5	4,0	3,7
18	37,0	8,5	26,0	4,4	48,7	8,1	32,5	7,4	37,0	7,7	26,0	4,9	9,0	8,4	5,2	3,9	3,6
19	35,5	8,2	24,7	4,2	37,2	7,7	31,2	7,1	35,5	7,4	24,7	4,6	8,5	8,0	5,0	4,7	3,4
20	33,7	7,9	23,2	4,0	35,3	7,4	29,7	6,9	33,7	7,0	23,7	4,4	8,0	7,6	4,7	3,5	3,1
21	31,7	7,4	22,2	3,7	33,7	7,0	28,2	6,6	31,7	6,6	22,2	4,1	7,7	7,2	4,6	3,4	3,0
22	30,7	7,0	21,3	3,5	32,5	6,7	27,2	6,2	30,7	6,4	21,3	3,9	7,5	7,0	4,5	3,1	2,9
23	29,5	6,7	20,7	3,2	31,2	6,5	26,2	6,0	29,5	6,1	20,7	3,7	7,2	6,7	4,4	3,0	2,9
24	28,2	6,4	19,7	3,1	30,2	6,2	25,3	5,7	28,2	5,9	19,7	3,6	7,0	6,5	4,2	3,0	2,7
25	26,7	6,1	18,7	3,0	28,7	6,0	24,2	5,5	26,7	5,6	18,7	3,4	6,5	6,1	4,0	2,9	2,6
26	25,2	5,9	17,7	2,9	27,3	5,7	23,0	5,2	25,2	5,4	17,7	3,1	6,2	5,9	3,7	2,7	2,1
27	23,5	5,4	16,3	2,7	25,5	5,4	21,5	5,0	23,5	5,0	16,3	3,0	5,7	5,5	3,5	2,5	2,4
28	21,[illegible]	4,9	15,0	2,5	23,5	4,9	19,7	4,5	21,2	4,5	15,0	2,7	5,5	5,0	3,2	2,2	2,1

FAUTES A CORRIGER.

Page 18, lignes 23 & 24, *a chang de NM*, lisez, *a changé de la distance NM.*

Page 23, lignes 25 & 26 de la note, *de son centre de gravité*, lisez, *du centre de gravité de la partie variable de cette charge.*

Idem, ligne 27, *de son centre de gravité*, lisez, *du centre de gravité de la partie variable de ce lest.*

Idem, ligne 33, *la quantité d'abaissement de la charge*, lisez, *la quantité d'abaissement du centre de gravité de la partie variable de la charge.*

Page 56, ligne 4, *soit ABC*, lisez, *soit ABC*, (*fig.* 24.).

Page 61, ligne 26, *le trapésoïde ABCD*, lisez, *le trapésoïde ABCD*, (*fig.* 27.).

Page 77, ligne 26, *d'après les plus grands*, lisez, *depuis les plus grands.*

J'invite le Lecteur à corriger à la main les fautes indiquées ci-dessus.

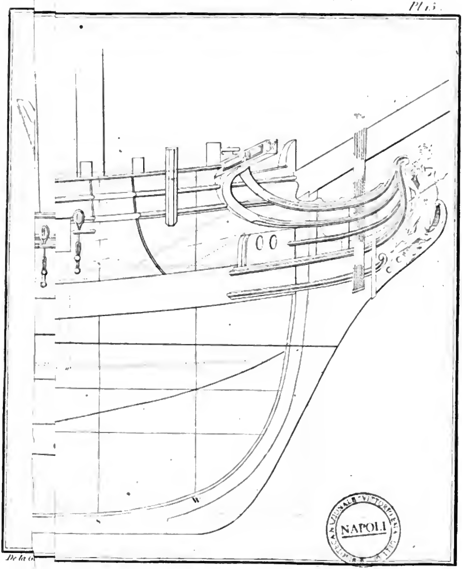
Avis au Relieur.

Les 14 premieres planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puissent se voir à droite dans l'ordre qui suit :

Pages	Planches
28.	1.
36.	2.
46.	3.
52.	4 & 5.
62.	6 & 7.
96.	8 & 9.
120.	10.
184.	11 à 14.

Les 6 dernieres planches seront d'abord pliées en deux & collées sur un onglet ; elles seront placées tout-à-fait à la fin de l'Ouvrage.

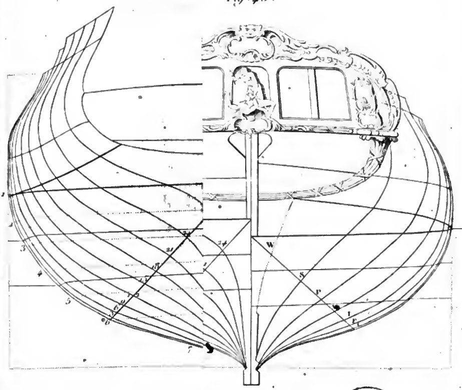
Pl. 15.



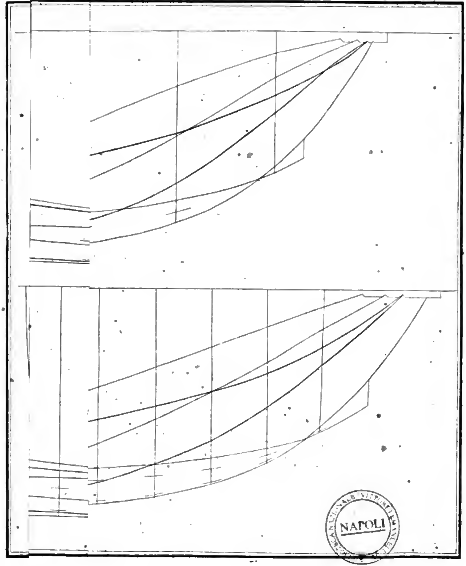
De la G

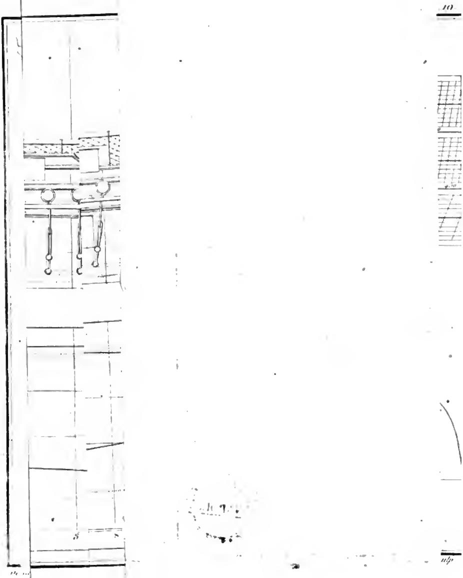
Fig. 44.

Fig. 45.



de la Gardette Sculp.





Pl. 10.

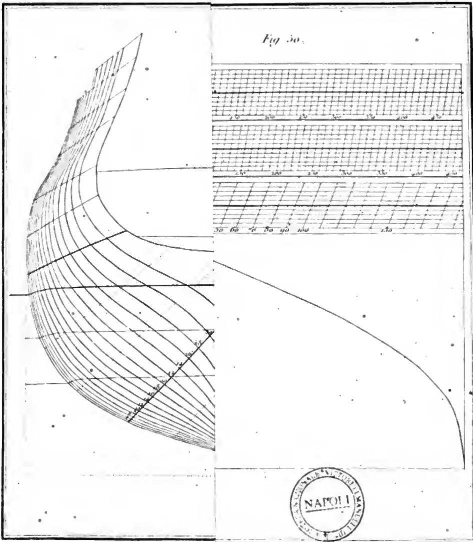
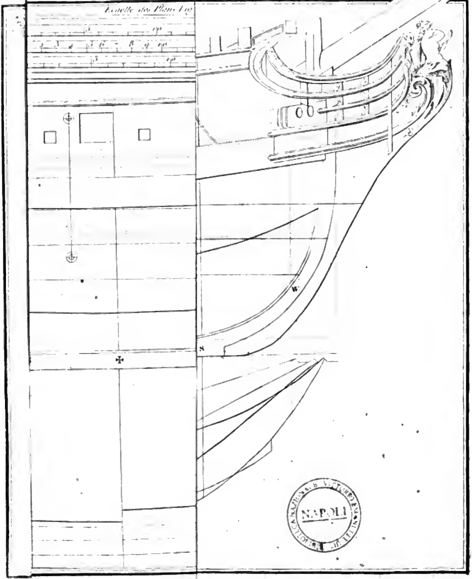


Fig. 30.

de la Gardette sculp.


Echelle des Plans